مجلة تاريخ العلوم العربية

مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد العاشر — العددان الأول والثاني — ٩٢ - ٩٣ - ١٩٩٤ م

محتويات العدد

القسم العربي

نصوص محققة

مؤتمرات وندوات

ملخصات الابحاث المنشورة في القسم الاجنبي

افتتاحية

يسعدنا أن نضع بين أيديكم المجلد العاشر (٩٢ ـ ٩٣ ـ ١٩٩٤ م) من مجلة تاريخ العلوم العربية والمتضمن نتاج عمل الباحثين الدؤوب في الكشف عن التراث العلمي في الحضارة العربية والاسلامية ٠

وقد تضمن هذا المجلد أبحاثا غنية ومتنوعة تتطرق لمواضيع شتى في الفلك والرياضيات والطب وتاريخ العلم وفلسفته ، بالاضافـة لنشر نصوص محققة وموضوعات أخرى ٠

اننا نأسف لتأخر صدور المجلة بشكل سنوي ومنتظم ، وهذا نتيجة حرص ادارة المعهد على نشر الابحاث التي تناسبالسوية العلمية العالية للمجلـة ٠

المحرر المساعد
الدكتور مصطفى موالدي

مدير معهد التراث العلمي العربي
الاستاذ الدكتور خالد ماغوط

وزن الأرض عند
كمال الدين الفارسي

مصطفى موالدي*

اهتم العلماء العرب بموضوع « وزن الأرض » كالكرجي (توفي في بداية القرن الخامس الهجري / الحادي عشر ميلادي) في كتابيه : **انباط المياه الخفية والكافي في الحساب** ، والخازني (عاش في النصف الأول من القرن الثاني عشر الميلادي) في كتابه : **ميزان الحكمة** ، وابن الحوام البغدادي (ولد في ٦٤٣ هـ / ١٢٤٥ م) في كتابه : **الفوائد البهائية في القواعد الحسابية** ، وكمال الدين الفارسي (١٢٦٦/١٢٦٧ — ١٣١٩م) في مخطوطه : **أساس القواعد في أصول الفوائد** . ويضاف فصل « وزن الأرض » عادة إلى الكتب ذات الموضوعات الهندسية أو الرياضية المخصصة للأداريين مثل: كتاب **الحاوي للأعمال السلطانية ورسوم الحساب الديوانية**[1] يتضمن فصل « وزن الأرض » بشكل عام وصفاً للموازين الخاصة بقياسات ميل سطح الأرض وآلية عملها بهدف شق القنوات .

لن نتطرق للدراسة التاريخية للموضوع وانما نهدف — بشكل أساسي — إلى نشر النص المحقق لفصل « وزن الأرض » من مخطوط : **أساس القواعد في أصول الفوائد** لكمال الدين الفارسي مع ترجمة الفصل إلى اللغة الفرنسية .

تتضمن المقالة النقاط الأساسية التالية :

١ — ترجمة مختصرة لكمال الدين الفارسي .
٢ — تقديم مخطوط : **أساس القواعد في أصول الفوائد** .
٣ — تعداد للمخطوطات المعتمدة في التحقيق .
٤ — النص العربي المحقق .

* معهد التراث العلمي العربي — جامعة حلب — حلب — سورية .

1. *CAHEN* Claude, "Le Service de l'Irrigation en Iraq au Début du XI^e siècle", *Bulletin d'Etudes Orientales* , Tome XIII , Anées 1949 – 1950, Institut Français de Damas, Damas, 1951 , pp. 117 – 143 .

مجلة تاريخ العلوم العربية — المجلد العاشر ، ٩٢ — ٩٣ — ١٩٩٤ م — ص ٥ — ١٧ .

ونستعرض فيما يلي النقاط السابقة :

١ - ترجمة مختصرة لكمال الدين الفارسي :

ولد كمال الدين الفارسي في إيران ولكننا لانعرف في أية مدينة . سافر كثيراً طلباً للعلم لدى العلماء العظماء - كما يقول في مقدمات مؤلفاته - وفي نهاية سفره التقى بابن الخوام البغدادي (ولد في سنة ٦٤٣ هـ/١٢٤٥ م) في مدينة أصفهان ودرس الرياضيات عليه . وفي سنة ٧٠٠[1] هجرية سافر الفارسي إلى تبريز حيث انتسب لحلقة الشيرازي (٦٣٤ - ٧١٠ هـ / ١٢٣٦ - ١٣١١ م) ، حيث كان الشيرازي طالباً عند الطوسي (٥٩٧ - ٦٧٢ هـ/ ١٢٠١ - ١٢٧٤ م) وأصبح الفارسي من ألمع طلاب الشيرازي ، وقد وصفه في كتابه **فعلت فلا تلم** :

(الولد الأعز الأكرم والإمام الأفضل الأعلم قدوة الأذكياء ملك العلماء كمال الملة والدين) .

نستطيع القول من جهة أخرى أن الفارسي قد شغل مكانة هامة في مجتمعه بشهادة أستاذه الشيرازي الذي يعتبر من كبار علماء عصره .

توفي كمال الدين الفارسي - الحسن بن علي بن الحسن الفارسي - في يوم الجمعة[2] ١٩ / ذي القعدة ٧١٨ هـ والموافق لـ / ١٢ / كانون الثاني ١٣١٩ م ، وقد عاش / ٥٣ / سنة هجرية ، ومن هنا نستطيع الاستنتاج بأنه ولد في سنة ٦٦٥ هـ/ ١٢٦٦ - ١٢٦٧ م .

ألف كمال الدين العديد من المؤلفات في مجالي الرياضيات والبصريات من أهمها :

- أساس القواعد في أصول الفوائد .
- تذكرة الأحباب في بيان التحاب .
- تنقيح المناظر لذوي الأبصار والبصائر .
- كتاب البصائر في علم المناظر .

1. *MODARAS RADWY* (M. T.), '' Kamâl al-Dîn Al-Fârisî'', *Sophia Perennis*, The Bulletin of the Imperial Iranian Academy of philosophy, Vol. I, Spring, Tehran, 1975, (en Persan), p. 27.
2. *MAWALDI* Moustafa, *L'Algèbre de Kamâl Al-Dîn Al-Fârisî*, Édition critique, Analyse mathématique et Étude Historique en 3 Tomes, Thèse (Université de la Sorbonne Nouvelle), 1989, p. 20 .

٢ – تقديم مخطوط أساس القواعد في أصول الفوائد :

يعتبر مخطوط **أساس القواعد في أصول الفوائـــــد** شرحاً لمخطوط : **الفوائد البهائية في القواعـــــد الحسابية** لعبد الله بن محمد الخوام البغدادي ، ومخطوط الفارسي له أهمية خاصة في تاريخ الرياضيات ، لأنه يعطينا فكرة دقيقة عن الرياضيات خلال القرن الثالث عشر .

ويتضمن المخطوط مقدمة وخمس مقالات : تعالج الحساب والمعاملات وقوانين البيوعات، وأنواع المساحات للسطوح والمجسمات، والمقالتان الأخيرتان حول الجبر.

ونجد في مقالة « المساحات » بابين : أحدهما حول مساحة أجرام الأجسام ، والآخر حول وزن الأرض ، بالإضافة إلى بعض الموضوعات الأخرى .... .

الف الفارسي كتابه بل موسوعته بدقة بالغة وبوضوح جلي ، لقد برهن وفصّل ووضّح وحلّل المسائل والقوانين الرياضية وطورها وشرحها ، وأعطى أمثلة عددية وأضاف دراسات هامة ، وانتقد ابن الخوام البغدادي أحياناً وصحح أخطاءه .

وطريقة الفارسي في الشرح تتلخص في أنه يثبت المتن ثم يتبعه بشرح رياضي أو لغوي لكل فقرة من فقراته .

٣ – تعداد للمخطوطات المعتمدة في التحقيق :

حققنا النص اعتماداً على المخطوطات التالية :

أ – الشرح : أساس القواعد في أصول الفوائد :

١ – مخطوط مكتبة أحمد الثالث رقم ٣١٣٢ – استانبول – تركيا – المرموز لها بـ « أ ».
٢ – مخطوط مكتبة أحمد الثالث رقم ٣١٤٠ – استانبول – تركيا – المرموز لها بـ «ح».
٣ – مخطوط مكتبة أحمد الثالث رقم ٣١٥٥ – استانبول – تركيا – المرموز لها بـ «م».
٤ – مخطوط مكتبة ملي رقم ١٣٠٧ – طهران – ايران – المرموز لها بـ «ن».
٥ – مخطوط مكتبة الوزير شهيد علي باشا – رقم ١٩٧٢ – استانبول – تركيا – المرموز لها بـ « و ».
٦ – مخطوط مكتبة الظاهرية رقم ٧٥٤٢ – دمشق – سورية – المرموز لها بـ «ظ».

٧ – مخطوط مكتبة خدابخش بتنه – رقم ٢٠١٢ – الهند – المرموز لها بـ «خ».
٨ – مخطوط مكتبة آستان قدس رضوي – رقم ٥٦٤١ – مشهد – ايران – المرموز لها بـ « د ».
٩ – مخطوط مكتبة آستان قدس رضوي – رقم ٥٥٧٨ – مشهد – ايران – المرموز لها بـ « ق ».
١٠ – مخطوط مكتبة كوبرولو – رقم١-٩٤١ – استانبول – تركيا–المرموز لها بـ«ك».

ب – النص المشروح : الفوائد البهائية في القواعد الحسابية

– نسخة المكتبة البريطانية – شرقيات رقم ٥٦١٥ – المرموز لها بـ « ف » .

٤ – النص العربي المحقق :

قــال*
بــاب
في
وزن الأرض

٥ **أقول** : الوزن في هذا الموضع ليس الذي ذكرناه في الفلزات ، بل هو
عبارة عن تفاوت بقعتين من بقاع الأرض في البعد والقرب من مركزها ،
كما ينبهك عليه قوله بعد، وإنما يحتاج إلى تعرف هذا إذا أريد / إنشاءُ ٨٨ق(و)
نهرٍ أو قناةٍ من موضعٍ إلى موضعٍ ، وذلك لأن الماء جسم ثقيلٌ سيّال
إذا خُلِّيَ وطبعَه في موضع ، فلا بدّ وأن ينحدر إلى جهة المركز ،
١٠ ويمتنع بطبعه من الصعود فوق ، فإن جُعل السطح الذي يجري عليه بحيث
يكون أجزاؤه المتتالية من أوله متزايدة القرب إلى المركز ، سَهُل
جريان / الماء عليه لموافقته لما في طبعه ، فإن تساوت في البعد والقرب ٩٢ظ(ظ)
منه ، شَقّ نقل الماء ، لأنه لامرجح هناك يرجّح قدامه على مكانه في
كونه ثَمَّةَ ، فلا بد من شيء يسوق الماء حينئذ ، وإن تزايدت في
١٥ البعد عنه كان الأمر عكس الأول ، / ويمتنع نقل الماء ، فلأجل ذلك ٨٦د(و)
يحتاج إلى تعرف صعود المكان المنقول إليه أو نزوله بالنسبة إلى المكان
المنقول عنه، فإن كان المنقول إليه أنْزَلَ سهُل نقل الماء ، ولو لم يكن
إلا بشق الصِّلاد وجَوْبِ التلال وتسوية / الوهاد ، / أعني أن طبيعة ٣٢٨ن ، ١٣٢ح(ظ)
المكان غير / ممتنعة عنه ، وإن كان غير ذلك / صَعُبَ أو امتنع . ١٨٧أ(و)، ١٩٩و(ظ)

٦ – البعد والقرب: القرب والبعد – ن – // ٧ – إذا : ناقصة – ظ – // ٨ – من: ناقصة – م – / موضع (الثانية) : ناقصة – ظ – / لأن: ان – أ – / سيال : يسال – د – // ١٠ – السطح : الشيء – و – // ١١ – أجزاؤه: اجزاه – ن – اجزأه – ق – / متزايدة: متزايد – د – // ١٢ – لموافقته : لموافيه – د – // ١٣ – منه : ناقصة – ظ – / نقل : فعل – د – / يرجح : مرجح – ق، د – // ١٥ – كان : كما في – ظ – / يمتنع : يمنع – و – / فلأجل : فاجعل – أ – // ١٧ – المنقول (الأولى) : النقول – د – / فإن : وان – ق – / الماء : الماء اليه – ق – //

* MAWALDI Moustafa , *L'Algèbre de Kamāl Al-Dīn Al-Fārisī*, . . . , op. cit, pp. 589 – 597 .

قال : إذا أردت إنشاء نَهْرٍ أوْ قناةٍ ، وأردت أن تعرف صعود مكان على مكان ، أو انخفاضه عنه ، فلك فيه طُرق .

أقول : الطريق هو استعمال أحد الآلات فيه، إلا أن الآلات لما تعددت فكان الطريق أيضاً تعدد .

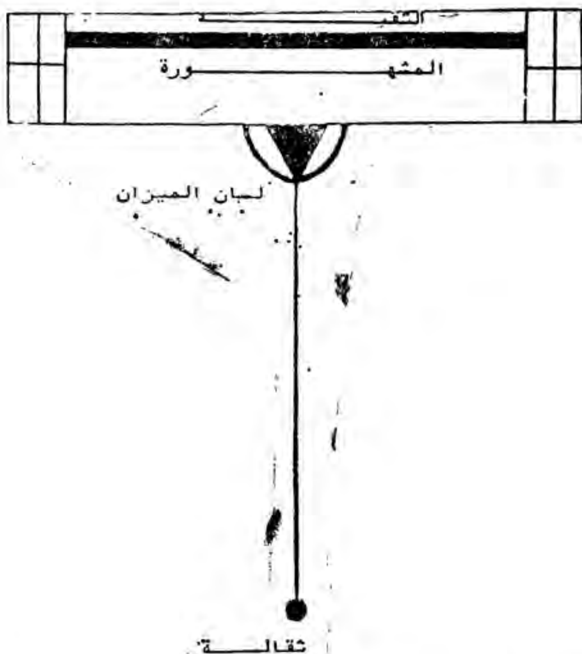
٥ وقد ذكر من الآلات ثلاثاً على ماسنذكر مفصلاً .

قال : أحدها : أن تنحت خشبةً طولها ذراع ، وعرضها نحو اصبعين ، وسمكها نحو إصبع واحد ، / وتسوّيها غاية التسوية ، وتثقب فيها ٦٨م(ظ)، ثقبةً / موازية لطولها ، ثم تركب في وسطها عموداً من حديد مع ٢٦ف(ظ) منجم كالموازين ، وتثقّل ذؤابة المنجم بقليل آنُك .

١٠ **أقول :** فهذه الخشبة مجسم اسطواني قاعدته مستطيل اصبعين في إصبع ، وينبغي أن ينصف السطح ، أي القاعدة ، طولاً بخط من منتصف أحد عرضيه إلى منتصف الآخر ، ثم عرضاً بخط من منتصف أحد طوليه إلى منتصف الآخر ، وتجعل الثقبة مستديرة مركزها متقاطـــع الخطين وسط السطح ، وإن كان إلى أحد العرضين مائلاً هو فأوفق لهذا

١٥ العمل ، إلا أنه لابد وأن تجعل مركز الثقبة على الخط الطولي ، فإن كانت الثقبة ذات ميل إلى أحد العرضين فلا بد وأن يجعل العمود الذي في وسط الخشبة في الجهة الأخرى من التي مالت الثقبة إليها ، على هذه الصورة :

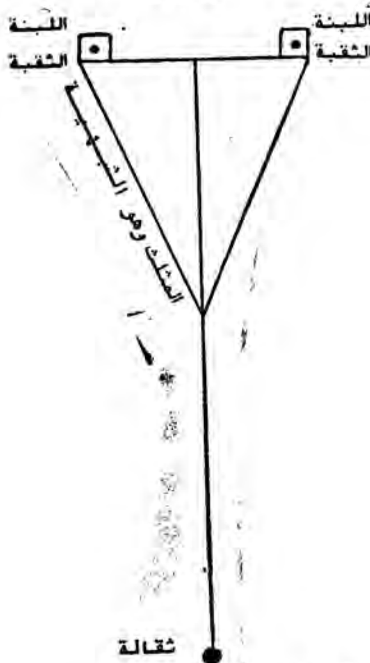
١ – أردت (الأولى) : ارتدت – ظ – / مكان : مكانه – د – // ٢ – انخفاضه : الخفاضه – ظ – // ٣ – الآلات (الأولى) : للالات – د – آلات – ح ، ق – / الآلات (الثانية) : الاالات – د – / تعددت: تعدت – ظ – // ٤ – فكان : وكان – ح ، ن – // ٦ – تنحت : منحت – أ – // ٧ – وسمكها نحو : ونحو سمكها – د – // ٨ – لطولها : اطولها – د – / في: ناقصة – أ ، ح ، م ، ظ ، د ، ق ، ك – // ٩– كالموازين: كا للموازين – و ، ن ، ف – // ١٠ – أسطواني: السطواني – د – // ١٣ – الثقبة: البقية – و ، ظ – / مستديرة: مستدير – د – // ١٤ – إلى: ناقصة – د – / مائلا : ما – أ ، ح ، م ، ظ ، ن ، د ، ق ، ك – // ١٥ – ١٦ – مركز . . . يجعل : ناقصة – ق – // .



قال : وقد تعمل صفيحة مثلثة مـــن نحاسٍ ، وفي طرفي قاعدتها عروَتان / كعرُوَتَيْ / عضادة الأسطرلاب ، وفي موضع العمود منها ٢٠٠و(د) ١٨٧أ(ظ) خيطٌ دقيق معلق من ثقبةٍ في وسط القاعدة ، في طرفه قطعة آنُكٍ .

أقول : يريد « بموضع العمود » منتصف القاعدة، و « بالمثلثة » / مثلثاً ٩٧ك(ظ) ٥ متساوي الساقين البتة ، وإلا فلا يصح العمل به ، وهذه صورته :

٢ – منها : عنها – أ – // ٤ – بموضع : موضع – د – / مثلثاً : بالمثلث – ق – مثلا – د – // ٥ – البتة اليه – ق – / به : ناقصة – ن ، ق – // .



/ **قال :** والأنبوبة / مشهورة . ٥٣٢٩، ١٣٣ح(و)

أقول : وهي أنبوبة قصب أو جسم معمول شبيهاً بها ، أعني فضل اسطوانة مستديرة عظمى على مثلها صغرى ، إذا كانت قاعدتاهما متوازيي المحيطين وسهمهما واحداً ، ويكون / في وسطها ثقبة صغيرة ٩٣ظ(و)
٥ قدر مايقطر فيه الماء قطراً ، فهذه هي الآلات المستعملة في هذا العمل ، وأما العمل فعلى مانصفه .

قال : فإذا أردت الوزن أدخلت أيّما شئت من هذه الآلات في خيطٍ

٢ – اقول: ناقصة – و – // ٣ – إذا: ان – و ، ق ، ن – // ٤ – متوازيي: متوازي – د –/سهمهما سهمها – ح – / واحداً : واحد – ك ، ظ – ناقصة – د – // ٥ – قدر : قد – د – / قطراً : قطر – ح – ناقصة – و – / هي : ناقصة – و – / العمل : الفصل – و ، ق ، ن – //

طوله خمسة عشر ذراعاً ، ويكون كل واحدٍ من نصفي الخيط عن جنبَي الآلة .

أقول : يعني أن الآلة ينبغي أن تكون وسط الخيط .

قال : وطرفا / الخيط على خشبتين طول كل واحدة منهما خمسة أشبار ، ٨٨ق(ظ)
٥ مقومتين غاية التقويم ، بيد رجلين كل واحدٍ في جهةٍ .

أقول : يعني أحدهما في الجهة التي يجري الماء منها ، والآخر في التي يجري إليها .

قال : والبعد بينهما بقدر الخيط .

أقول : ولنفصل من ههنا الكلام في استعمال / الآلات الثلاث ، ثم ٣٣٠ن
١٠ نعود إلى كلامه لأنه قد أوجز / فيه . ٨٦د(ظ)

فنقول : إذا أردنا استعمال / الآلة الأولى التي نسميها المشهورة فيما ١٨٨أ(و) بعد ، أدخلناها / في الخيط وسطه ، وأمرنا بأن يضع الرجلان طرفي ٢٠٠و(ظ) الخيط على رأسي الخشبتين القائمتين ، اللتين كلٌ منهما خمسة أشبار ، ويعلق من رأسي الخشبتين ثقالتين تعرف بهما قيام الخشبة أو ميلها ،
١٥ فإن الثقالة تميل بطبعها إلى مركز الأرض بخطٍ مستقيم عمودٍ على سطح الأفق ، ويمدّ الخيط المعلقة به ، فذلك الخيط عمود على الأفق ، فإن طابق الخيط الخشبة فهي عمود ، وإلا فلا ، فإذا أقمناهما عمودين ، نظرنا إلى لسان الميزان ، أي العمود المركب وسط الآلة من الحديد ،

١ – خمسة عشر : خمسة عشرة – د – // ٣ – أقول: ناقصة – ح ، م ، و ، ظ ، د ، ك – / الآلة : الآلات – و ، ق ، ن – // ٤ – واحدة : واحد – أ ، ح ، م ، ظ ، د ، ق ، ك – / منهما : منها – ف – / أشبار : أشياء – ح – // ٦ – أقول : ش – ق – ناقصة – ح، م، و، ظ، ن ، د، ك – / يعني : اعني – و، ن – / الآخر : الاخرى – ق – // ٩ – من: ناقصة – ق – / الثلاث: الثلث – جميع النسخ –// ١١ – أردنا : اردت – و ، ن – / استعمال : الاستعمال – ظ – / الأولى : ناقصة – د – / نسميها : يسميها – ك – // ١٢ – أدخلناها : ادخلنا – د – / وسطه : اوسطه – د – بوسط – ق – / وأمرنا : امرنا – و – / بأن : أن – ق – // ١٤ – بهما : بها – و ، ح ، ن ، ك ، ظ ، د – // ١٦ – ويمد : ويمتد – م – يمتد – و – ويمدا – ق – / الخيط (الثانية): الخط – ق – // ١٨ – أي : إلى – د – //

فإن طابق المنْجَم ، والمنجم في سطح قائم على الأفق على زوايا قائمة
للثقالة التي تفيده هذا الوضع ، علمنا أن مكاني قيام الخشبتين مُتساويا
البعدين عن المركز ، وذلك لأن الخشبتين كقطعتين / من ساقي مثلث ١٣٣ح(ظ)
رأسُه المركز وقاعدته الخيط ولسان الميزان كعمود في منتصف القاعدة
٥ إلى المركز ، فلو لم يكن هذا المثلث متساوي الساقين لما كان العمود
واقعاً على منتصفه ، بل كان إلى أحد الضلعين أقرب ، لكنه ليس
كذلك فهو متساوي الساقين ، فإذا ألقينا منهما طـول الخشبتين
المتساويتين كان الباقيان ، وهما بعدا مكانيهما عن المركز ، متساويين
وذلك ما أردناه .

١٠ وإن مال لسان الميزان إلى جهة فهي العليا ، وذلك لأنه إذا مال فلا
يمكن تعادل المكانين ، فيكون المثلث مختلف الساقين ، والمنجم الخط
الواصل من منتصف القاعدة إلى المركز ، والعمود الخارج من المركز
إلى القاعدة ، لا يمكن أن يقع على منتصفها ، بل إلى جهة الساق
الأقصر / منه ، فالزاوية التي يحيط بها الخط الواصل بين المركز ٢٠١و(و)
١٥ ومنتصف القاعدة ، أعني التي يحيط بها المنجم ونصف القاعدة من
جهة الساق الأقصر حادة ، لكون المنجم والعمود خارجين / من ٣٣١ن
المركز ، / فالأخرى التي من جهة الأطول منفرجة ، فالعمود الخارج ١٨٨أ(ظ)
من منتصف / القاعدة عليها ، أعني لسان الميزان ، لا بد وأن يكون بين ٩٨ك(و)
المنجم والساق الأطول مشيراً إلى الجهة العليا ، / وإذا كان كذلك ٦٩م(و)
٢٠ فيحط الخيط عن رأس الخشبة – التي هي في الجهة العليا – / قليلاً ٩٣ظ(ظ)
قليلاً إلى أن يطابق اللسان المنجم ، فقدر الانحطاط من الخشبة يكون

١ – والمنجم : ناقصة – ظ – // ٢ – للثقالة : الثقالة – د – / مكاني : مكان – ق – / متساويا : متساوي – ق ، د ، ظ ، ك ، م ، ح ، ن – متساوتي – و – متساويتي – أ – // ٤ – الميزان : المركز – ق – // ٨ – مكانيهما : امكانهما – د – // ١٠ – فهي : ناقصة – و – // ١١ – تعادل : ناقصة – ظ – // ١٢ – من (الثانية) : بين – و – //١٣ – على : ناقصة – د – // ١٤ – فالزاوية : والزاوية – أ – / يحيط بها : ناقصة – د – / بها : ناقصة – ظ – // ١٦ – العمود : العود – ق – // ١٨ – لسان : لبيان – ظ – // ٢٠ – عن : من – د – / رأس : راسه – د – // ٢١ – فقدر : فقد – د – بقدر – ح – / الانحطاط : الا انحطاط – د – //

قدر صعود مكانها على مكان الآخر ضرورة ، ولنقسم كل واحدة
من الخشبتين بمقدار واحد كالاصبع ونحوه ليكون قدر الصعود معلوماً
بذلك المقدار ، فإذا عُلِمَ بعد المكان الأول من المركز ، نثبت الخشبة
التي في المكان الثاني ، وننقل الأولى إلى المكان الثالث ، ونتعرف
٥ الحال كما ذكر ، فإن كان الثاني صاعداً أيضاً ، جُمِع الصعودان
ويكون المبلغ صعود الأول على الثالث ، وإن كان نازلاً تقوبل بين
الصعود والنزول ، فإن تكافأ فالمكان الأول يعادل الثالث ، وإن
كان الفضل للصاعد فالصعود له على الثالث ، ذلك وإن كان للنازل
فبالعكس .

١٠ وكذلك تنقل الخشبة عن المكان الثاني إلى الرابع ، ونثبت الثالثة ،
وعلى هذا إلى أن ينتهي العمل إلى المكان الذي هو الغاية .

وتحفظ الصعودات والنَزولات إن كانتا ويتقابل بينهما ، فإن كانتا / ٢٠١و(ظ)
متكافئتين فالمكان / المنقول عنه يعادل المنقول إليه ، وإن تفاضَلَتا ١٣٤ح (و)
فيسهل أو يمتنع نقل الماء / على ماذكرناه . ٨٩ق(و)

١٥ وأما إن أردنا استعمال الشبهية ، فندخل الخيط في ثقبتي عُرْوَتَيْه
ونجعلها وسط الخيط ، وننظر إلى الخيط الدقيق ، فإن طابق عمود
المثلث ، أعني إن طابق نقطة رأسه ، فالمكانان معتدلان ، وإن مال
رأس المثلث إلى جهة فهي العليا ، بمثل ما ذُكر من الدليل ، وباقي
العمل بحاله .

٢٠ وأما إن أردنا استعمال / الأنبوبة ، فانا ندخل الخيط فيها ونجعلها ١٨٩أ(و)

١ – صعود مكانها : صعوده كانها – ق – / واحدة : واحد – ق، ظ – // ٣ – فإذا : وإذا – و ، ن –
/ المكان : ناقصة – أ – // ٤ – الأولى : الأول – ظ – // ٥ – ذكر : ذكرنا – ظ – // ٧ – تكافأ :
تكافيا – جميع النسخ – / يعادل : معادل – ظ ، م ، ق ، ك (وفي الهامش : يعادل) – / وإن : فان – و ،
ن – // ٨ – للنازل : المنازل – د – // ١٠ – كذلك : لذلك – ق – / إلى : ناقصة – و – // ١١ – وعلى هذا :
على وهذا – ظ – // ١٢ – ويتقابل : ويقابل – و – / يتقابل – ظ – / فإن : وان – و – // ١٣ – عنه :
منه – ن – // ١٤ – على ما ذكرناه : ناقصة – ق – / ذكرناه : ذكرنا – ظ، م، ك – // ١٥ – ثقبتي :
ثقبين – أ – // ١٦ – نجعلها : تجعلهما – ك، ظ – / وننظر : وقطر – د – // ١٧ – طابق : تطابق – ق – //
١٨ – ذكر : ذكرنا – و ، ن ، ق – // ٢٠ – الخيط : : الخط – د – //

وسط الخيط ، ويقطر الماء في ثقبتها ، التي وسط طولها ، قطراً فان قطرت من الجانبين سواء فالأرض مستوية ، / وإن قطرت في أحد [٣٣٢ظ، ٨٧د(و)] الجانبين أكثر فهي الجهة السفلى ، وذلك واضح مستغنٍ عن البيان ، وباقي العمل بحاله .

٥ ولنعدْ إلى الكتاب .

قال : وأنت تنظر في لسان الميزان ، فإن طابق المنجم فالأرض معتدلة ، وإن مال إلى جهةٍ فهي العليا ويُعرف كمية الزيادة بأن يحطّ الخيط عن رأس الخشبة إلى أن يتطابق المنجم واللسان ، ومقدار مانزل الخيط هو الزيادة .

١٠ **أقول :** وإن حُط الخيط إلى قاعدة الخشبة ولم يطابق ، فإنا نأخذ الخيط الذي فيه الآلة أقصر ، ونزيد في القِصَر إلى أن يطابق لذلك لسان الميزان المنجم ، ويُحفظ بتوسيط الآلة طول الخيط دائماً .

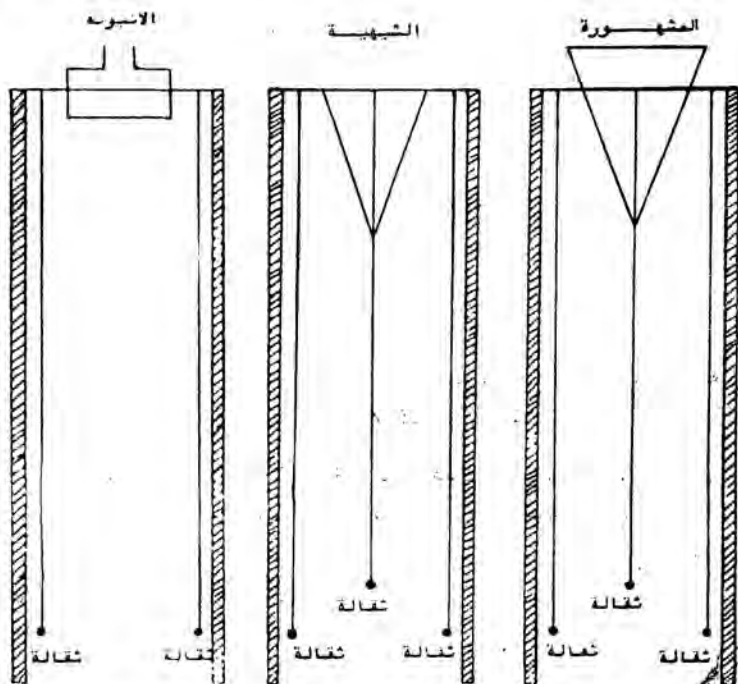
قال : ثم ينتقل أحد الرجلين إلى الجهة التي تريد وزنها ، ويثبت الآخر ، وباقي العمل كما قلنا ، ويُحفظ الصعود على حِدَةٍ والنزول

١٥ على حِدَةٍ ، ثم يُلقى القليل من الكثير فما بقي فهو / تفاوت ٢٠٢و(د) المكانين ، وإن تساويا شَقّ نَقْلُ الماء ، وإن نزلت الجهة التي إليها النقل سَهُلَ ، وإن علت امتنع .

وهذه صورة الموازين الثلاثة :

١ – ثقبتها : بقيتها – ظ – / قطرا : قطرات – و – // ٢ – أحد : احدى – ق ، ن – // ٣–الجهة : جهة – د – // ٨ – رأس : راسه – د – / يتطابق : يطابق – و ، د – // ١٠ – أقول : قال – و – / قاعدة : قاعدته – د – // ١٢ – ويحفظ : ويحتفظ – ح – / الآلة : ناقصة – ق – //١٣ – قال : ناقصة – ق – / ينتقل : ينقل – هامش م – // ١٦ – نقل : ثقل – أ – // ١٧ – سهل : سهلت – ق، م، ظ ، ك – بل – د – / علت : علمنا – ظ – / امتنع : منيع – ظ – // ١٨ – صورة : الصورة – أ ، ح ، د – / الموازين : ناقصة – م – / الثلاثة : الثلث – و ، ف – الثلثه – أ ، ح ، م ، ظ ، د ، ق ، ك – // .

[٩٨ك(ظ)
١٨٩أ(ظ)
٩٤ظ(و)]



وبه نختم هذه المقالة ، حامدين لله على نعمه ومصلين على محمد عبده ورسوله ، وعلى آله الطاهرين .

١ – وبه نختم : ولنختم – و – ونختم به – ن – / لله : لله تعالى – ف – / على (الثانية) : ناقصة – ف – // ١ – ٢ – عبده . . . الطاهرين : وآله – و – عبده ورسوله – ح – // ٢ – الطاهرين : الطيبين والطاهرين – ظ – وأصحابه حامداً ومصلياً – أ – // .

كتاب الحيل لبني موسى بن شاكر

تحقيق أحمد يوسف الحسن ، بالتعاون مع محمد علي خياطة ومصطفى تعمري

حلب ، معهد التراث العلمي العربي (١٩٨١ م)

٥٦٥ ص ، ٢٧ × ٢٠ سم ، ١٠٣ رسوم ، ٢٠ لوحة مصورة ، مقدمة وافية باللغة العربية وأخرى باللغة الانكليزية مع فهارس ومعجم معاني لبعض المصطلحات المختارة (عربي – عربي) ومعجم معاني بعض المفردات (عربي – انكليزي) .

تحقيق ونشر النص العربي الكامل لكتاب الحيل لبني موسى ومعلوم أن كتاب الحيل موجود في عدد محدود من المخطوطات وأن هذه المخطوطات تكمل بعضها . تم نشر هذ النص العربي الكامل بعد اكتشاف مخطوطة طوبقابي ٣٤٧٤ وظهور الترجمة الانكليزية الكاملة لكتاب الحيل التي أعدها الدكتور دونالد هيل .

يلقي هذا الكتاب الضوء على حياة وعصر وأعمال بني موسى بن شاكر المنجم الذين عاشوا في بغداد ولعبوا دوراً هاماً في تطوير العلوم الرياضية والفلكية والهندسية إذ أن استخدامهم للصمامات التي تعمل تلقائياً وللأنظمة التي تعمل بعد زمن معين وغير ذلك من مبادىء وأفكار التحكم الآلي يدل على عبقرية وذهن متوقد بارع .

السعر : ١٤٥ ل.س أو ٣٦ دولاراً .

(لايشمل أجور البريد)

ملف خاص عن
الملتقى المغاربي الدولي الرابع حول تاريخ الرياضيات العربية
فاس ـ المغرب ـ ٢ ـ ٤ ـ كانون الأول ١٩٩٢ م

مصطفى موالدي*

عقدت شعبة الفلسفة وعلم الاجتماع وعلم النفس في كلية الآداب والعلوم الانسانية بجامعة سيدي محمد بن عبد الله في مدينة فاس بالمغرب خلال المدة الواقعة بين ٢ و ٤ كانون الأول ١٩٩٢ م الملتقى المغاربي الدولي الرابع حول تاريخ الرياضيات العربية ، وتناول الملتقى الموضوعات التالية : الرياضيات، وعلم الفلك ، والرياضيات التطبيقية ، والرياضيات والفلسفة ، والرياضيات والمجتمع .

اشترك في الملتقى / ٢٥ / باحثاً توافدوا من الجامعات والمعاهد ومراكز البحوث المهتمة بتاريخ الرياضيات العربية التابعة للدول التالية :

انكلترا ، المغرب ، الجزائر ، تونس ، سورية ، ألمانيا ، فرنسا ، الولايات المتحدة الأمريكية ، اسبانيا ، وقد ألقى الباحثون / ٢٤ / بحثاً بإحدى اللغات التالية : العربية ــ الفرنسية ــ الانكليزية ، وكانت المناقشات تدور بلغة من اللغات الثلاث المذكورة أو باثنتين أو بأكثر ، وأقيم حفل الافتتاح الرسمي للملتقى في قاعة الاستقبال في مركز محافظة فاس، وخلال الحفل ألقى السيد الاستاذ** أحمد جبار ــ وزير التربية الوطنية الجزائري ــ محاضرة في تاريخ الرياضيات العربية حول :

(بعض عناصر التقليد الرياضي العربي في المغرب الاقصى مابين القرنين الثاني عشر والسادس عشر) (بالعربية) .

خصص الأستاذ جبار مداخلته للتقليد الرياضي في المغرب الأقصى من القرن / ١٢ / م إلى القرن / ١٦ / م ، وبين بأن كثيراً من مدن المغرب الأقصى قد عرفت

* معهد التراث العلمي العربي ــ جامعة حلب ــ حلب ــ سورية .
** حسب التقليد المغاربي ، لم يذكر منظمو الملتقى لقب دكتور لمن يحمل الدكتوراه .

مجلة تاريخ العلوم العربية ــ المجلد العاشر ٩٢ ــ ٩٣ ــ ١٩٩٤ م ــ ص ١٩ ــ ٣١ .

نشاطاً رياضياً مكثفاً خلال تلك المرحلة ، وذكر منها على الخصوص : سبتة وفاس ومراكش ، ومن أبرز رياضي تلك الفترة الحصار وابن الياسمين وابن منعم في القرنين ١٢ م و ١٣ م ، ووضح الباحث ان ابن البناء المراكشي – عاش في المغرب مابين القرنين ١٣ و ١٤ م – قد ترك بصمات واضحة على التعليم والبحث الرياضي في المغرب وذلك إلى حدود القرن ١٦ م .

ألقيت البحوث الثلاث والعشرين المتبقية خلال سبع جلسات علمية ، ونستعرض البحوث وأهم نتائجها مقسمة بحسب الجلسات .

الجلســة الأولى

ألقى في الجلسة الأولى البحثين التاليين :

١ – حضور الرياضيات في بعض الكتابات الأدبية الأندلسية (بالعربية)

للاستاذ محمد بنشريفة (المكتبة العامة – الرباط – المغرب)

استعرض الباحث من خلال محاضرته العامة بعض المخطوطات العربية المتضمنة اشارات للكتابات الرياضية والفلكية وبيّن أهميتها التاريخية .

٢ – دراسة مخطوطة : رسالة في الحساب الهوائي لنجم الدين الكاتبي (بالعربية)

للاستاذ مصطفى موالدي (معهد التراث العلمي العربي – جامعة حلب)

عرّف الباحث بمؤلف المخطوطة وبمؤلفاته ، وقدم نص المخطوطة والتحليل الرياضي لها ، قد توصلت المداخلة إلى الكشف عن مخطوطة رياضية لنجم الدين الكاتبي لم تذكرها المصادر الأساسية للتراث العلمي العربي ، والتعرف على الجانب الرياضي لنجم الدين المشهور كحكيم وكمنطقي ، وكذلك تقديم مخطوطة جديدة في مجال الحساب الذهني وبالتالي دراسة حلقة من حلقات تطور ذلك الحساب .

الجلســة الثانية

قدمت في الجلسة الثانية الأبحاث الأربعة التالية :

١ – طرق صياغة الرياضيات : الارث العربي والحقائق الحالية في الجزائر (بالفرنسية)

للاستاذ رشيد ببوشي (جامعة وهران – السانية ، الجزائر)

تساءل الأستاذ ببوشي عن مصير ارث الرياضيات العربية التي بلغت أوجها في القرنين الثالث عشر والرابع عشر الميلاديين في تعليم الرياضيات بالجزائر ؟ ودلل على ذلك بأن روح تلك النصوص ورسالتها لم تحفظ بشكل جيد ، فالتلميذ الجزائري لايعرف الكتابة بالعربية على نحو جيد ، ويرى أن الحل هو ايجاد لغة رياضية تقع بين الاسلوب البورباكي والتقاليد اللسنية وذلك بهدف الوصول إلى أسلوب واضح يحافظ في الوقت نفسه على الشعرية الخاصة باللغة العربية .

٢ – اطلاع رياضيين يسوعيين هامين على الأعمال الرياضية العربية (بالفرنسية)

للاستاذ ابرهارد كنوبلوخ (جامعة برلين – ألمانيا)

بيّن الأستاذ كنوبلوخ أن بعض أهم الرياضيين اليسوعيين كانوا على علم بمؤلفات رياضية وفلكية عربية بحيث استعملوها في تآليفهم الرياضية ، وأخذ كريستوف كلافيوس (Christoph Clavius) مثالاً على هذه الفكرة ، واستناداً إلى ترجمات لاتينية أو عبرية ، نجد أن كلاڤيوس يذكر مصارد عربية عديدة في جل مؤلفاته : في كتابه الهام المخصص للتعليق على أصول أقليدس ، وفي رسائله حول جداول الجيوب والمماسات وحول المثلثات المستوية والكروية ، وكذلك في هندسته التطبيقية وفي جبره ، وفي تعليقه حول كتاب الكرة لجون دوساكروبوسكو (Jean de Sacrobosco) وفي كتابه حول الاسطرلاب والمقياس ، وأخيراً في شرحه للتقويم الروماني الجديد ، من بين المؤلفين العرب الاثني عشر المذكورين في كتبه نجد : أبو موسى ، البطروجي ، الفرغاني جابر بن حيان ، ابن رشد ، ومحمد البغدادي .

٣ – عن بعض الخوارزميات من خلال كتاب للسموءل المغربي (بالفرنسية)

للاستاذ ميشيل جيومو (جامعة تولوز – بول ساباتيه – فرنسا)

يشير الباحث إلى كتاب الرياضي السموءل (المتوفي سنة ١١٧٥ م) المعنون بـ : « القوامى في الحساب الهندي » (مخطوط المكتبة اللورنسية رقم – ٢٣٨ – فلورنسا)

حيث نجد طرقاً متعددة لتحسين تقريب الجذور النونية لعدد صحيح ، ويبين الأستاذ جيومو الحالات الخاصة الناجحة – التي اختارها السموءل – ، ووضح الباحث بعض الحدود النظرية لتلك الخوارزميات .

٤ – انتقال كتاب الأصول لاقليدس عند العرب في ترجماته الحجاجية (بالفرنسية)

للاستاذة صونيا برنتجيس (جامعة أوكلاهوما – الولايات المتحدة الامريكية)

بينت الباحثة من خلال الجزء المكتشف مؤخراً من المقالة الثانية من كتاب الأصول لاقليدس في مخطوط في المكتبة الوطنية بباريس (MS Paris, BN, P. 169) ، أن مخطوط مكتبة لايدن رقم ٣٩٩،١ (MS Leiden 399, I) هو عبارة عن نسخة منقحة بصفة ملحوظة لاحدى قراءات الحجاج ، وبالمقارنة بين مخطوطي : باريس ولايدن ومخطوط طهران (ملك ٣٥٨٦) استطاعت الاستاذة برنتجيس أن تحدد – فيما يتعلق بالمقالة الثانية – الخصائص المميزة لاسلوب الترجمة عند الحجاج بن يوسف بن مطر واسحق بن حنين وتدفع إلى افتراض أن ما يدعى بالعناصر المميزة للحجاج تندمج ضمن عملية المراجعة التي قام بها النيريزي – الذي يوجد شرحه في مخطوط لايدن .

وقامت الباحثة بدراسة تلك الفرضية على أساس كتابات أخرى منقولة من مخطوط لايـــــدن .

الجلسة الثالثـــة

١ – المصادر العربية للأعمال الرياضية لجوردانوس نيموراريوس (بالانكليزية)

للاستاذين منسو فولكيرتس وريشارد لورش (جامعة ميونيخ – ألمانيا)

أعلمنا الباحثان أن بعض المصادر تنسب إلى جوردانوس نيموراريوس **Jordanus Nemorarus** (الذي ربما عاش في باريس في بداية القرن 13 م) أعمال باللاتينية حول الحساب ، الهندسة ، الجبر ، نظرية الاعداد ، الاسقاط التجسيمي وعلم توازن القوى ، رغم أنها تتسم ببعض الأصالة ، فإن هذه الأعمال في مجملها عبارة عن منتخبات وذلك لان أغلب مصادره عربية أو يونانية منقولة عبر المصادر العربية .

ومن ثم فإن معرفته **كتاب تقسيم الأشكال** لاقليدس تبدو وكأنها قد اعتمدت على الترجمة المفقودة التي قام بها جيرار الكريموني على أساس نسخة عربية . ويبدو كذلك أن جوردانوس كان على دراية **بالأصول** ، الموضوعة على شكل منتخبات من روبيرت شيستري Robert of Chester بناء على مصادر عربية . كما أن مبرهناته الجبرية ونظريته في الاسقاط التجسيمي تجعل اعتماده على الكتابات العربية ، في هذا الميدان ، فوق أي شك . ومن الملفت للانتباه أن أغلب أعمال جوردانوس مازالت موجودة على صورتين على الأقل ، بالإضافة إلى ذلك يمكن رصد مصادر إضافية للكتابات المتأخرة .

٢ – تمرين في التحليل التوافقي عبر العصور والحضارات : قواعد المقادير الستة المتناسبة (بالفرنسية)

للاستاذة سابين كولبلن (جامعة نانت – فرنسا)

بينت الاستاذة كولبلن بأنه أثر أحمد بن يوسف وثابت بن قرة ، انشغل عدد من الرياضيين العرب واللاتينيين بالمسألة التالية : احصاء ووضع كل الصيغ من نوع : $س_1 / س_2 = س_3 / س_4 . س_5 / س_6$ المشتقة من الصيغة المعطاة :

$$آ / ج = ب / د . هـ / و$$

ويرتبط هـذا التمرين بشكل القطع البطليموسي ، الذي كان يستعمل بكثرة في علم الفلك ، وقد اهتمت الباحثة في مداخلتها ، انطلاقاً من هذا التمرين ، بمختلف أشكال ممارسة التحليل التوافقي في عدد من مراحل تاريخ الرياضيات ، وربطت مختلف المقاربات المنصبة على المظهر التوافقي لهـذا التمرين مع الطريقة المعتمدة من الرياضيين لوضع الصيغ ، وفحصت الباحثة طريقة استعمالهم لنظرية النسب ، خاصة كيفية استخدامهم للنسبة المؤلفة ، في هذا الإطار ركزت الاستاذة كولبلن على التجديد الذي أدخله ثابت بن قرة في استعمال صيغ التناسب وبينت استفادة الرياضيين اللاحقين من تجديد ابن قره .

٣ – نظرية النسب بين المهندسين العرب وجاليليو (بالفرنسية)

للاستاذ محمد أبطوي (جامعة سيدي محمد بن عبدالله – فاس – المغرب)

قام الباحث بتحديد نماذج معبرة من شروح المهندسين العرب على التعريف

الخامس للمقالة الخامسة من كتاب الأصول لاقليدس ، وذلك بغرض مقارنتها بتأملات جاليليو المتعلقة بالموضوع نفسه ، وقد سمحت لنا هذه المقارنة على التعرف ، أولاً : على تطابق الطرق التحليلية التي اتبعها كل من الفيزيائي الايطالي ورياضيي دار الاسلام ، وثانياً: على الاختلافات التي تفصل فيما بينهم : فبينما حاول جاليليو أن يوضح التعريف الاوقليدي باعتباره أداة رياضية استخدمها في أبحاثه الديناميكية (وكان بذلك يسلط الضوء على أسس نظريته الفيزيائية) ، ونجد أن الرياضيين العرب قد عكسوا وطوروا نظرية النسب التي تنتمي للمرحلة السابقة على أودوكس توصلوا بها إلى العرب في خضم حركة الانتقال المعقدة للرياضيات الاغريقية .

الجلســة الرابعــة

١ – أبو العباس القطرواني من خلال كتابه: رشف الرضاب من ثغور أعمال الحساب (بالعربية)

للاستاذ حميدة هادفي (جامعة تونس – تونس)

أعلمنا الباحث بأنه في بداية القرن الخامس عشر قدم أبو العباس القطرواني العارف بالحساب من مصر إلى تونس حيث تفرغ للتدريس ، وتميز عن غيره من مدرسي الرياضيات بتونس خلال تلك الفترة بأن ترك مؤلفاً رياضياً ضخماً إذ جاء في أكثر من مائتي صفحة سماه برشف الرضاب من ثغور أعمال الحساب . واستعمل القطرواني عدة آليات لم تكن معتادة من قبل في التقليد الرياضي المغربي خاصة عند استخراج الجذور التربيعية والتكعيبية ، وتناول بالدرس المسائل السيالة ومسائل قسمة العشرة على جزئين مختلفين وهو مالم يكن متداولاً بافريقيا حسب المعطيات المتوفرة .

قدم الاستاذ هادفي حصراً للمعارف الرياضية للقطرواني من خلال مؤلفه مع تحديد المصادر الرياضية التي اعتمد عليها والوقوف على ماقدمه من جديد للتقليد الرياضي المغربي .

٢ – اكتشاف كتاب رياضي جديد لابن البنا المراكشي (ت ٧٢١هـ/١٣٢١ م) ((بالعربية)

للاستاذ محمد ابلاغ (جامعة سيدي محمد بن عبدالله – فاس – المغرب)

قدم الباحث في مداخلته كتاباً رياضياً لابن البنا المراكشي لم يكن معروفاً من قبل

حيث تميز هذا الكشف الجديد بكونه يتناول هذه الطريقة الخاصة في الحساب التي تعرف بالزمام أو العمل بالرومي ويطلق عليهاأحياناً العمل بالقلم الفاسي ، بالإضافة إلى الاقتضاب بالعمل الرومي في الحساب .

رجح الاستاذ ابلاغ أن يكون ابن البنا – بهذا الكشف الجديد – قد كتب مؤلفه في بداية حياته العلمية ، وبيّن الباحث بأن معظم الكتابات الرياضية لابن البنا مما سيسهل امكانية قراءة فكره الرياضي في شموليته .

٣ – تقديم وتحليل « الجامع في الحساب » لابن هيدور التادلي (ت ١٤١٣م) (بالعربية)

للاستاذ يوسف فرفور (المدرسة العليا للأساتذة – القبة – الجزائر)

قدم الباحث كتاب « الجامع في الحساب » لابن هيدور التادلي ، وحلله وأعطى بيبلوغرافيا لأعماله الرياضية ، معتمداً على مؤلفاته وعلى المصادر التي أرخت لحياة هذا الرياضي وأعماله ، كما أبرز تأثير مدرسة ابن البناء في مؤلفات ابن هيدور ومقارنتها مع بعض النصوص الرياضية التي اهتمت بمؤلفات ابن البناء كابن زكريا الغرناطي (ت ١٤٠٤ م) من الأندلس وابن قنفذ القسنطيني (ت ١٤٠٧ م) من المغرب الأدنى (أفريقيا) وختم عرضه بمحاولة اظهار مستوى التعليم في مجال الرياضيات في عصر ابن هيدور .

الجلســة الخامســة

١ – النص العربي لكتاب الاكرلمينيلاوس (مع اضافة ملحق عن النص العربي لكتاب المأخوذات لارشميدس)

للاستاذ عبدالقدوس طه (المعهد الوطني للعلوم التطبيقية – تولوز – فرنسا)

تحدث الباحث عن مينلاوس – عاش الفلكي والرياضي مينلاوس بالاسكندرية في نهاية القرن الأول للميلاد – وذكر بأنه أول من كتب رسالة في حساب المثلثات الكروية تحت عنوان **الاكر** وقد ضاع النص الاغريقي الأصلي ولم ينتقل الكتاب إلا عن طريق الترجمة ، وقد ترجم الفلكي المعروف هالي كتاب مينلاوس إلى اللاتينية سنة ١٧٥٨ م ، اعتماداً على مخطوط عبري ، مستعيناً بمخطوطات عربية ، ويوجد النص العربي لكتاب مينلاوس هذا في مخطوط بالمكتبة اللورنسية بفلورنسا تحت عنوان كتاب **الاشكال الكرية** ، وبيّن الأستاذ عبدالقدوس بأن رسالة مينلاوس تعتبر أول نص في الهندسة

اللاأوقليدية على اعتبار أنه مؤلف في الهندسة الكروية ، وقد استعمل بطليموس وكل الفلكيون اللاحقون قضاياه الأساسية ، وقام الباحث بدراسة النص العربي في مخطوط المكتبة اللورنسية ، وهو بصدد إنجاز الترجمة الفرنسية لهذا النص الذي لم ينقل من قبل إلى هذه اللغة وتحدث الاستاذ طه عن مدى تقدم أبحاثه حول هذا الموضوع ، وألحق بمداخلته دراسة حول لازمة أرشميدس السادسة كتتمة لدراسة قدمها في مناسبة سابقة .

٢ – قياس القبة حسب غياث الدين الكاشي (بالانكليزية)

للاستاذة ايفون دولد سمبلونيوس (جامعة هايدلبرغ – ألمانيا)

أعلمتنا الباحثة بأن الفلكي والرياضي غياث الدين الكاشي (توفي سنة **١٤٢٩ م** بسمرقند) خصص المقالة الرابعة من **مفتاح الحساب** لقياس الاشكال الهندسية وينهي المقالة بالباب التاسع : « في مساحة الأبنية والعمارات » وينقسم الباب إلى ثلاثة فصول :

١ – في مساحة الطاق والأزج .
٢ – في مساحة القبة .
٣ – في مساحة سطح المقرنس .

وركزت الباحثة في مداخلتها على مساحة القبة وبعد تقديمها التعريفات المختلفة لها ، أعلمتنا بأن الكاشي ميز بين الأنواع الآتية للقبة : « وهي إما على هيئة نصف كرة مجوفة وإما على هيئة قطعة كرة مجوفة ، وإما على هيئة مخروط مضلع ، وإما على هيئة تحصل عن توهم إدارة وجه الطاق ، أي طاقٍ من الطيقان المذكورة على خط ارتفاعه ، أعني خط وصل بين محدَّبهِ ومنتصف ما بين قاعدتيه » ثم شرحت الاستاذة دولد – سمبلونيوس طريقة الحساب بالنسبة لأحد أشكال القبة .

٣ – التقليد العربي الاقليدي الوسيط لكتاب المناظر (بالانكليزية)

للاستاذة الهيه خيرانديش (جامعة هارفارد – الولايات المتحدة الأمريكية)

بيّنت الباحثة بأن مداخلتها تستند على الاطروحة التي انتهت منها مؤخراً ، والمتعلقة بالتقليد العربي الوسيط الخاص ببصريات اقليدس ، والتي تتشكل من تحقيق وترجمة انكليزية للترجمة العربية للنص الاقليدي (التي من المحتمل أن تكون قد أنجزت في بداية القرن التاسع) مصحوبة بنصوص أخرى (بما فيها تحرير الطوسي من القرن الثالث

عشر وعدد آخر من النصوص والرسائل بالعربية والفارسية تنتمي إلى هاتين الحقبتين) وبشرح تاريخي .

وإن المداخلة نفسها شكلت محاولة لتتبع تحولات النموذج الهندسي لنظرية الشعاع البصري من خلال نظرة متعمقة إلى توارث التعريفات الأولية للنص الاقليدي ، وتم فيها نقاش اللغة الخاصة للتعريفات القديمة العربية على اعتبار أنه يمكن النظر اليها كالحلقة المفقودة بين مختلف النماذج الهندسية للإبصار في الأزمنة القديمة والوسيطية انطلاقاً من القراءات اليونانية والعربية للفرضية الأقليدية الخاصة بالشعاع البصري (مثل قراءة الكندي) ووصولاً إلى نموذج الادماج المؤسس على التحليل الجزيئي للإشعاع الضوئي المقترح من ابن الهيثم والمدعم من العلماء اللاتين في نهاية القرون الوسطى .

٤ – التحليل التقني لمخطوطة ابن الرزاز الجزري : الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل (بالفرنسية)

للاستاذ عبدالمالك دينية (معهد الدراسات والأبحاث من أجل التعريب – الرباط – المغرب)

ركز الباحث اهتمامه حول بعض الاكتشافات التقنية التي نسبت لمهندسي عصر النهضة الأوربية والتي هي في الواقع من إبداع المهندسين المسلمين الذين عاشوا في القرنين ١٢ و ١٣ للميلاد . ومن بين هذه الاختراعات :

– نظام اليد – ذراع الذي تتحدد وظيفته في تحويل الحركة الدائرية المتصلة إلى حركة مستقيمة دورية .
– مضخة ماصة وكابسة تشتغل آلياً بصفة كاملة .
– آلية رقاص يعمل على ضبط حركة الساعة الدقاقة .

الجلسة السادسة

١ – متصل أو لامتناه ؟ اعتبارات حول الهندسة الأقليدية من خلال قراءتي ابن الهيثم ونصير الدين الطوسي (بالعربية)

للاستاذ خالد فنان بوزوبع (جامعة سيدي محمد بن عبدالله – فاس – المغرب)

بيّن الباحث أن مفهوما : اللامتناهي والمتصل ، على الرغم من قيمتهما النظرية في

البحث الرياضي ، غائبان عن قائمة التحديدات والمبادىء التي ينطلق منها أقليدس في الأصول ، وأن الشروح العربية للأصول تختلف بكيفية ملحوظة في صياغة التحديدات والمصادرات وفي مقدمتها تحديد التوازي والمصادرة الثانية والقضايا الأقليدية التي تتعلق بامتدادات الخطوط والأشكال ، حيث أن بعض الصياغات تشير إلى أن هذه الإمتدادات مقادير متصلة فقط ـ أي ضمنياً محدودة ـ والأخرى تشير إلى أنها غير متناهية (أو قابلة لأن تكون كذلك) .

ـ المحور الأول : يعمل على تحديد معالم هذين النمطين من الصياغات من خلال قراءتي ابن الهيثم ونصير الدين الطوسي لاقليدس حيث يعتبر الباحث القراءة الأولى « قراءة أقليدية محضة » تمثل النمط الأول ، والقراءة الثانية « قراءة تدمج اللامتناهي في الهندسة الاقليدية » وتمثل النمط الثاني ، مستنداً إلى الاقتناع بأن جوهر الاختلاف هنا لايكمن في نوعية الترجمات المقترحة آنذاك للنص الأقليدي أو في خلط بين المفاهيم ينبني على تقارب دلالاتها اللغوية ، بل يكمن في تحديد مدى مقبولية فكرة اللامتناهي في سياق هذا النص ، أو بتعبير آخر في تحديد مدى أرسطية أقليدس .

تبعاً لذلك سيكون المحور الأول مبرراً لتناول موضوع المحور الثاني وهو العودة إلى أقليدس لتحليل مقبولية فكرة اللامتناهي بناء على الدلالات المعاصرة المحددة لمفهومي المتصل واللامتناهي خصوصاً تلك التي تنبع من القراءة الهيلبرتية لأسس الهندسة .

والفكرة المطروحة هي أن القبول بأرسطية أقليدس يؤدي بالضرورة وعكس ماهو شائع إلى القول بتناهي المكان الأقليدي وهو الأمر الذي يبرر الحديث عن « قراءة أقليدية محضة » وتمييزها عن القراءة الثانية .

٢ ـ المواريث في الرياضيات العربية ، مثال : حساب الدور عند الخوارزمي (بالفرنسية) للاستاذ الزعيم العبيد (المدرسة العليا للأساتذة ـ مراكش ـ المغرب)

بيّن الباحث أن كتاب الجبر للخوارزمي أحد الكتب الرياضية العربية التي حظيت باهتمام الباحثين في تاريخ الرياضيات ، ولكن وبالرغم من ذلك فإن القسم الخاص بقضايا الوصايا والذي يشغل نصف الكتاب تقريباً لم يكن ـ حسب رأي الباحث ـ موضوع أبحاث جادة إلى حد الآن ، وقدم الاستاذ العبيد الباب المعنون بـ « حساب الدور » من

مواضيع الوصايا ، وحدد الاطار الفقهي – التاريخي الذي يستوجب هذا النوع من الحساب وأبرز الملامح الرياضية الأساسية التي تطبعه .

٣ – مكانة الكم بين مقولات الموجود عند ابن رشد (بالعربية)

للاستاذ محمد المصباحي (جامعة سيدي محمد بن عبدالله – فاس – المغرب)

بين الباحث بأن ابن رشد يعتبر مقولة الكم تابعة لمقولة الجوهر كسائر المقولات العرضية التسع ، إلا أنه عثر في أعمال ابن رشد الطبيعية والميتافيزيقية من البينات مايؤهل هذه المقولة لأن تحتل مرتبة تنافس فيها ، على نحو ما ، مرتبة مقولة الجوهر ، فمن جهة ، يعتبر ابن رشد « الواحد بالعدد » علة لأنواع الوحدة الموجودة في سائر المقولات ومقياساً لها ، على غرار الجوهر الذي هو علة الوجود فيها ، فإذا علمنا أن ماهو علة للوحدة في الشيء هو في ذات الوقت علة للوجود ، تبين لنا كيف صارت مقولة الكم تنافس مقولة الجوهر على صعيد « الكم المنفصل » ونفس التنافس نجده بين المقولتين على صعيد « الكم المتصل » لاسيما بالنسبة لعلاقة الأبعاد بالمادة الأولى ، ذلك أننا نشعر بوضوح ، في مجرى انتقاد ابن رشد للقدماء وبخاصة لابن سينا ، بأن هناك تنافساً بين « الأبعاد الثلاثة » و « الصور الجوهرية » في أيهما له الأسبقية في اخراج المادة الأولى إلى الفعل ، ويزداد التنافس شدة عندما تغدو « الأبعاد » علة « للتضاد الأول » في المكان ، الذي تنشأ عنه مختلف التغايير والحركات ، والتي بمقتضاها يوحد الجوهر المحسوس أو يفسد ، هكذا نجد دائماً الكم ، منفصلاً كان أو متصلاً ، حاضراً بقوة في اللحظات الأساسية للوجود ، سواء على مستوى الوحدة الميتافيزيقية للشيء ، أو على مستوى نشأته الطبيعية .

الجلسة السابعــة

١ – الارتجاج في الأزياج الفلكية للأندلس والمغرب (بالفرنسية)

للاستاذة مرسي كوميس (جامعة برشلونة – اسبانيا)

قدمت الباحثة ترجمة لأبي اسحاق ابراهيم بن يحيى النقاش (١٠٢٩ – ١٠٨٧ م) ، المعروف أكثر تحت اسم الزرقيال ، وقد كان أحد أهم الفلكيين بالأندلس ، ومن بين النماذج الفلكية التي وضعها هناك تلك التي يتحدد هدفها في شرح حركة ارتجاج الاعتدال الفصلي ، وقد عكس عدد من الفلكيين الأندلسيين والمغاربة تأثير الزرقيال ، حيث نجد في الازياج التي وضعوها جداول مختلفة تبين أنهم استعملوا نماذج الزرقيال المذكورة أعلاه .

وهدفت المداخلة إلى تحليل جداول ونصوص الزرقيال ، ابن الكماد ، ابن الهائم ، ابن اسحاق التونسي ، ابن الرقام وابن البنا المراكشي ، واستخراج المؤشرات التي تستند عليها ، وبينت أن كل هؤلاء الفلكيين قد اتبعوا نماذج الارتجاج المرسومة من قبل الزرقيال ولو أنهم في غالب الأحيان لم ينسخوها كما هي ، بل أعادوا حسابها بالاعتماد على أرصادهم الخاصة .

٢ – نص مجهول لابن باسو : الرسالة الصفيحة المجيبة ذات الأوتار (بالفرنسية)
للاستاذة ايميليا كالفو (جامعة برشلونة – اسبانيا)

أعلمتنا الباحثة بأن المخطوط (٥٥٥٠) المحفوظ في المكتبة الوطنية بتونس يضم نصاً لاستعمال الصفيحة للجيب بعنوان: **رسالة الصفيحة المجيبة ذات الأوتار** . يضم هذا النص (٥٩) باباً ويشغل الأوراق من ٥٠ ظ إلى ٨١ ظ من المخطوط ، ويبدأ النص بمقدمة ينسب فيها إلى علي الحسين بن أبي جعفر بن يوسف بن باسو الاسلامي الذي ينعت بإمام المؤذنين بغرناطة ، وأوكلت له مهمة حساب مواقيت الصلاة بالجامع الكبير بغرناطة .

وتلتقي المقدمة في كثير من النقاط مع رسالة ابن باسو المذكورة حول صفيحة العروض المسماة : **رسالة الصفيحة الجامعة لجميع العروض** والتي درست من رونو (RENAUD) وسامو (SAMSO) وكالفو (CALVO) ويبدو أن كاتب النصين هو شخص واحد ، لكن لاأحد ذكر إلى الآن وجود النص المذكور أعلاه .

ولقد قامت الاستاذة كالفو بإعطاء نظرة عامة عن الصفيحة الموصوفة في هذا النص مع تحليل المضمون الفلكي له .

٣ – بعض ملامح حساب المثلثات الكروي عند العرب (بالفرنسية)
للاستاذ نجيب بولحية (الأكاديمية البحرية – تونس)

أعلمنا الباحث بأن تطور حساب المثلثات الكروي كان في اتجاهين : اتجاه نظري وذلك في إطار هندسي محض في التقليد الاغريقي واتجاه تطبيقي في إطار علم الفلك ، وذلك في التقليد الهندي ، وقد ترجم الرياضيون العرب الأعمال الأغريقية والهندية ، وساهموا في تطور حساب المثلثات المستوي والكروي وذلك بوضع نظريات وجداول مثلثية جديدة ، ثم عدّد الباحث أسماء الرياضيين العرب الذين ساهموا في تطوير حساب المثلثات يمكن أن نذكر منهم : البتاني ، أبو الوفا ، النيريزي ، ابن

يونس ، الخوجندي ، جابر بن الأفلح . . . الخ ، ووضح الباحث بأننا نجد عدداً من المفردات والمصطلحات في علم الفلك وفي حساب المثلثات احتفظت بجذورها العربية في الكتابات الفلكية الأوروبية بعد ترجمة المؤلفات العربية إلى اللاتينية ، كما يبرز الاسهام العربي في تطور حساب المثلثات الكروي من خلال وضع الأزياج التي هي إحدى التطبيقات الهامة لهذا العلم ، من بين الأزياج العربية الشهيرة يمكن أن نذكر أزياج الخوارزمي وابن كماد وابن البنا وابن أبي الرجال .

٤ ـ ملاحظات أولية على النص الفلكي لابن البنا المراكشي (بالعربية)

للاستاذ عبداللطيف الشقوري (جامعة سيدي محمد بن عبدالله ـ فاس ـ المغرب)

أعلمنا الباحث بأنه أمام تعدد الخطابات وتنوعها في متن ابن البنا المراكشي ، يقف الدارس المتساءل وراء هذه الظاهرة « التعددية » لفكر موسوعي حاول أن يكون ملماً بعلوم عصره . وتساؤلنا أو جملة تساؤلاتنا تنصب على الخطاب الفلكي ومكانته داخل هذا المتن ، وبيّن الباحث إمكانية قراءة هذا الخطاب انطلاقاً من النص الوحيد المنشور « منهاج الطالب لتعديل الكواكب » متتبعين توزع موضوعاته الأساسية التي حصرها في محورين أساسيين :

الأول : يتعلق بعملية وضع الأزياج كتقويم فلكي يدخل فيه نوع من الرصد ، مع مايرتبط بكل ذلك من تواريخ في تتبع حركة الكواكب ومطالع البروج .

الثاني : ويتعلق بالوضع الحسابي لمسألة التقويم سواء أكان هذا التقويم عددياً أم هندسياً استناداً إلى بعض قواعد الفلك النظري .

فيتساءل الباحث قائلاً : « فهل نحن أمام استراتيجية نظرية جديدة في تاريخ النص الفلكي مع ابن البنا المراكشي ، أم أن هذا النص لايخرج عن سياق « العلم الرسمي » كسياق لتقليد فلكي تم تداوله داخل نفس أعضاء « الجماعة العلمية » » .

ويتابع الاستاذ الشقوري فيقول : « إن هذا النص يحيلنا إلى مآل الخطاب الفلكي وهو في حالة سريان نمط معين من التقليد والتكرار في كتابته ، كتابة أصبحت فيها النظرية العلمية مجرد تقليد ناجح » .

وأخيراً يطرح الاستاذ الباحث السؤال التالي: فما هو مداول التاريخية في هذا الخطاب؟.

وفي يوم الجمعة ٤/ كانون الأول / ١٩٩٢ م اختتم الملتقى ، وأعلن عن عقد الملتقى المغاربي الخامس حول تاريخ الرياضيات العربية في تونس خلال شهر كانون الأول ١٩٩٤ م.

أبحاث المؤتمر السنوي الثاني للجمعية السورية لتاريخ العلوم

هيئة التحرير : أحمد يوسف الحسن ، مصطفى موالدي ، محمد سمير قمند

حلب ، معهد التراث العلمي العربي (١٩٧٩ م)
٣١٢ ص ، ٢٧ × ٢٠ سم — باللغة العربية

يضم هذا الكتاب الأبحاث التي ألقيت في المؤتمر السنوي الثاني للجمعية السورية لتاريخ العلوم الذي عقد في حلب في يومي ٦ و ٧ نيسان ١٩٧٧ م. وصنفت هذه المقالات الخاصة بتاريخ العلوم العربية — الاسلامية على النحو التالي: ثلاثة أبحاث تناولت مواضيع عامة وأربعة بحث في تاريخ التكنولوجيا والعلوم التطبيقية وأحد عشر في تاريخ الطب والصيدلة .

من بين المشاركين في هذا المؤتمر: البروفيسور فؤاد سيزكين من جامعة فرانكفورت والدكتور شوكت الشطي والدكتور نشأت الحمارنة والدكتور زهير البابا من جامعة دمشق والدكتور أحمد يوسف الحسن والدكتور عمر دقاق والدكتور سلمان قطاية من جامعة حلب .

السعر : ١٨ دولاراً أو ٧٥ ل.س .
(لايشمل أجور البريد) .

ملف خاص عن
المؤتمر السنوي السابع عشر لتاريخ العلوم عند العرب
السويداء - سورية - ٢٠ - ٢٢ نيسان ١٩٩٣ م

مصطفى موالدي*

عقد معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب بالتعاون مع محافظة السويداء في سورية خلال المدة بين ٢٠ - ٢٢ نيسان ١٩٩٣ م المؤتمر السنوي السابع عشر لتاريخ العلوم عند العرب ، وتناول المؤتمر موضوعات تاريخ العلوم الأساسية والطب والتكنولوجيا عند العرب ، كما تناولت بعض موضوعات المؤتمر بشكل خاص ابن أبي أصيبعة صاحب كتاب « عيون الأنباء في طبقات الأطباء » الذي عاش في صلخد وتوفي فيها ، وكذلك نُظم - خلال المؤتمر - ندوة حول تاريخ وآثار محافظة السويداء .

وقد رافق انعقاد المؤتمر تنظيم عدد من المعارض أقيمت في قاعات المركز الثقافي وصالة السابع من نيسان في السويداء ، وهي :

- معرض المخطوطات في معهد التراث العلمي العربي .
- معرض الكتب التراثية في معهد التراث العلمي العربي .
- معرض الكتب التي أصدرها معهد التراث العلمي العربي .
- معرض كتب وزارة الثقافة .
- معرض كتب دور النشر والمكتبات الخاصة .
- معرض الفن التشكيلي لفناني السويداء .
- معرض الصور الفلكية .
- معرض التصوير الضوئي (لقطات من محافظة السويداء)

وقد استطاعت هذه المعارض أن تلقي الضوء على جوانب هامة من حضارة أمتنا وثقافتها .

* معهد التراث العلمي العربي - جامعة حلب - حلب - سورية .

مجلة تاريخ العلوم العربية - المجلد العاشر ، ٩٢ ، ٩٣ - ١٩٩٤ م - ص ٣٣ - ٤٨ .

كما نظمت محافظة السويداء لضيوف المؤتمر برنامجاً سياحياً تضمن اطلاعهم على المواقع الأثرية الهامة في تلك المحافظة الغنية بالآثار ، وقد زار الضيوف : قلعة صلخد ، متحف السويداء ، آثار شهبا ، فيليب العربي ، مسرح بصرى .

اشترك في المؤتمر (٢٨) باحثاً توافدوا من الجامعات والمعاهد ومراكز البحوث المهتمة بتاريخ العلوم العربية التابعة للدول التالية : سورية ، ايران ، مصر ، اسبانيا ، الاردن ، اليمن ، الامارات العربية المتحدة ، لبنان ، فلسطين ، وقد ألقى الباحثون (٢٩) بحثاً باحدى اللغتين التاليتين ، العربية أو الانكليزية ، وألقيت ثلاثة بحوث خلال ندوة تاريخ وآثار محافظة السويداء ، وألقيت البحوث الست والعشرين المتبقية خلال سبع جلسات علمية ، ونستعرض معظم البحوث وأهم نتائجها مقسمة بحسب الجلسات :

ندوة حول تاريخ وآثار محافظة السويداء

ألقي في الندوة الأبحاث الثلاثة التالية :

١ ـ تاريخ السويداء وقلعة صلخد :

للدكتور علي أبو عساف (المديرية العامة للآثار والمتاحف ـ دمشق ـ سورية)

اعتمد البحث الآثار كمادة أساسية لاستنتاج المعلومات حول تاريخ محافظة السويداء فمن خلال عمليات المسح الأثري تبين أن الانسان قد تنقل في هذه المنطقة منذ العصور الحجرية وترك مخلفاته في أماكن عديدة مثل : كوم التينة والمزرعة وقر اصه وكوم الحصى . . . وغيرها ، ثم تحدث عن السويداء منذ العصر البرونزي حتى العصور الاسلامية ، وذكر أن الدولة الأيوبية التي اهتمت بالمباني العسكرية لحماية البلاد ومجابهة الحملات الصليبية فبنت الحصون ومنها قلعة صلخد ، ثم تحدث الباحث عن تاريخ القلعة الذي يشهد عن أهميتها خلال العصور الاسلامية .

٢ ـ جبل حوران بين ١٧٠٠ ـ ١٩١٠ م

للاستاذ فندي أبو فخر (المركز الثقافي العربي ـ السويداء ـ سورية)

استعرض الباحث تاريخ جبل حوران خلال الفترة الممتدة بين ١٧٠٠ ـ ١٩١٠ م،

مع تفصيل بعض الأحداث التاريخية منها : الثورة على حكم محمد علي باشا والانتفاضات على الحكم العثماني .

٣ – لمحات من تاريخ الجبل في العهدين العثماني والفرنسي

للدكتور فارس بوز (جامعة دمشق – سورية)

عدّد الدكتور بوز الثورات المتعاقبة في الجبل منذ عام ١٨٣٧ م وحتى عام ١٩٠٩ م ثم تحدث عن مساهمة أبناء الجبل في احداث الثورة العربية الكبرى ، وعن نضالهم ضد المستعمر الفرنسي والمتمثل في الثورة السورية الكبرى التي قادها المجاهد الكبير سلطان باشا الأطرش ، وتكلم الباحث عن أبرز معارك تلك الثورة .

الجلسة العلمية الأولى

قُدمت في الجلسة العلمية الأولى الأبحاث الخمسة التالية :

١ – دراسة الآلات الفلكية العربية (الاسطرلابات ، الارباع ، الساعات الشمسية) الواقع والأهمية

للدكتور سامي شلهوب (معهد التراث – جامعة حلب – سورية)

بيّن الباحث أن الدراسات الأوربية حول الآلات العربية بدأت بشكل كثيف منذ القرن التاسع عشر ، ووضح كذلك مدى مساهمة أبحاث العلماء الأوروبيين والعرب في تصحيح بعض الآراء الخاطئة . وذكر الدكتور شلهوب أن دراسة الآلات الفلكية الأوروبية تعتمد بشكل أساسي على الآلات الفلكية العربية ، ولذلك لابد من دراسة تأثير هذه الآلات الفلكية العربية على الآلات الفلكية الأوروبية ، وخلص الباحث إلى ضرورة الاهتمام بالآلات الفلكية إذ انها احتلت مكانة هامة في أثر الأبحاث التي أجريت في جامعات مختلفة وفي المعارض التي عرضت في مدن كثيرة ويجب الاهتمام بشكل خاص بالآلات الفلكية العربية التي لايزال جزء هام منها غير مدروس .

٢ – قطعة من زيج بالغ المفقود لكوشيار بن لبان (باللغة الانكليزية)

للاستاذ محمد باقري (ايـــران)

تحدث الاستاذ باقري عن مخطوط جديد يتضمن صفحتين من زيج بالغ المفقود لكوشيار بن لبان (ازدهر في النصف الثاني من القرن العاشر الميلادي) ، وتعالج الصفحتان موضوع : « استعمال ادوار الكواكب على مذهب الهند » . ثم حلل الباحث المحتوى وعلق عليه .

٣ – النظام الشمسي في زيج ابن الهائم (باللغة الانكليزية)

للاستاذة اميليا كالفو (جامعة برشلونة – اسبانيا)

ذكرت الباحثة أن ابن الهائم (بداية القرن الثالث عشر) عالم بالفلك ، ولد في اسبانيا ولكنه عمل في المغرب العربي . ينتقد ابن الهائم في زيجه أعمال الفلكيين الآخرين وخاصة ابن الكماد ، ويظهر تأثير الزرقالي على ابن الهائم بشكل واضح وخاصة فيما يتعلق بالنظام الشمسي ، وتبين الاستاذة كالفو خصائص النظام الشمسي عند ابن الهائم والنقاط المشتركة مع النظام الشمسي عند الزرقالي ، واعتبرت الباحثة زيج ابن الهائم من المصادر الهامة جداً لدراسة النظام الشمسي بالإضافة للدراسات السابقة حول الموضوع نفسه .

٤ – نظرية التواتر في الزيج الكامل في التعاليم لابن الهائم (باللغة الانكليزية)

للدكتورة ميرسيه كوميز (جامعة برشلونة – اسبانيا)

ركزت الدكتورة كوميز دراستها حول نظرية التواتر في الزيج الكامل في التعاليم لابن الهائم من خلال مخطوط مكتبة بودلين (مارش ٦١٨) ، عالجت من خلال دراستها النظام النظري المتعلق بنظرية التواتر ، وتأثير ذلك على الازياج الأندلسية والمغربية .

٥ – ثمـــن الحضـــارة

للدكتور عواد جاسم الجدي (كلية زراعة دير الزور – جامعة حلب – سورية)

اهتم الباحث – بشكل رئيسي – ببيان الفكرة التالية : إن ابتعادنا عن البيئة بما

تحويه من نباتات طبية قيمة وعزوفنا عن استعمال هذه الأعشاب والنباتات والثمار واتجاهنا كلياً إلى العقاقير الكيماوية إن لم يكن السبب الرئيسي من انتشار الأمراض فيأتي في طليعة الأسباب التي أدت إلى ذلك .

الجلسة العلميــــة الثانيـــة

ألقي في الجلسة العلمية الثانية الأبحاث الثلاثة التالية :

١ – تاريخ علم الفلك عند العرب

للدكتورة أميرة عيسى (جامعة الجنان – طرابلس – لبنان)

اصطبغ البحث بالعمومية فقد تحدثت الدكتورة أميرة عيسى عن الحضارات التي تأثر بها تراثنا الفلكي ، ثم تكلمت عن الفلك في العصور العربية والاسلامية المختلفة (الجاهلي ، صدر الاسلام والأموي ، العباسي) ، وعن أشهر الفلكيين العرب ومآثرهم ، وتضمن القسم الأخير من البحث تراثنا الفلكي – الكتب الفلكية ، المراصد ، الآلات الفلكية ، صناعة الكرات الأرضية والسماوية – وختمت بحثها بأهم الانجازات الفلكية في الحضارة العربية والاسلامية .

٢ – تحقيق ودراسة مخطوط : كتاب النسب المتشاكلة في علم الجبر والمقابلة لتقي الدين ابن معروف

للدكتور مصطفى موالدي (معهد التراث – جامعة حلب – سورية)

قدم الباحث ترجمة لتقي الدين بن معروف (توفي سنة ٩٩٣ هـ / ١٥٨٥ م) ولأعماله الرياضية ، ثم قدم المخطوط المحقق والمؤلف من : مقدمة في بيان الاصطلاحات (الجذر ، الضلع ، المال ، الكعب ، . . .)، والباب الأول يعالج العمليات الحسابية المطبقة على الجبر (الجمع والطرح والضرب والقسمة) ، والباب الثاني في القواعد (الجبر والحط والمقابلة) وأما الباب الثالث والأخير في المسائل الجبرية ، وخصص تقي الدين الخاتمة للطائف المسائل الجبرية) . ثم قدم الدكتور موالدي التحليل الرياضي والتاريخي للمخطوط وخلص الباحث إلى اعتبار مخطوط « كتاب النسب المتشاكلة في علم الجبر والمقابلة »

من المخطوطات الجبرية المتأخرة التي تركز على أهمية النسبة والتناسب كطريقة لإيجاد المجهول . وكذلك كشف عن الجانب الرياضي لتقي الدين .

٣ – أبو الصلت وارنو فيلانوفا

للدكتور سيمون الحايك (اسبانيا)

أعلمنا الباحث أن الطبيب أمية بن عبدالعزيز بن أبي الصلت ولد في شرقي الأندلس سنة ٤٦٠ هـ / ١٠٦٨ م ومن مؤلفاته كتاب في **الادوية المفردة على ترتيب الأعضاء المتشابهة الاجزاء والآلية** ، وقد ترجمه إلى اللاتينية ارنوفيلانوفا (ولد في شرقي الأندلس سنة ١٢٤٠ م) المستعرب ، وبيّن الدكتور الحايك أن العديد من المؤلفات المنسوبة لارنوفيلانوفا ليست في الحقيقة سوى كتب مترجمة عن العربية ، كما أنه استفاد من مدرسة سلرنو الطبية التي باكرت في نقل العلوم العربية الطبية إلى اللاتينية في القرن الحادي عشر الميلادي .

الجلسة العلمية الثالثة

تضمنت الجلسة العلمية الثالثة الأبحاث الثلاثة التالية :

١ – مساهمة العلماء العرب في تاريخ الطب عالمياً

للدكتور محمد زهير البابا (كلية الصيدلة – جامعة دمشق – سورية)

لقد تميز البحث بعموميته وشموله ، فقد تحدث الدكتور البابا عن جذور الطب العربي وأطبائه في مختلف مراحل العصور العربية والاسلامية ، وعن مؤلفاتهم الطبية ، وعن الكتب المترجمة إلى العربية من اللغات : السريانية ، اليونانية ، الفارسية ، الهندية .

٢ – الأمراض اللثوية عند العرب في القرن الرابع الهجري

للدكتور محمد فؤاد الذاكري (حلب – سورية)

تناول البحث المقارنة في شؤون العلاج والتشخيص للأمراض اللثوية عند أربعة من أطباء العرب القدامى وهم على التوالي : الطبري (١٦٩ هـ – ٢٤٧ هـ) في كتابه **فردوس**

الحكمة ، والرازي (٢٥١ — ٣١٣ هـ) في كتابه **الحاوي** ، والكشكري (عاش في أوائل القرن الرابع الهجري) في كتابه **الكناش في الطب** ، والزهراوي (٣٢٥ هـ — ٤٠٠ هـ) في كتابه **التصريف لمن عجز عن التأليف** .

بيّن الدكتور الذاكري أن للأطباء العرب القدامى دور كبير في تطوير المعالجات اللثوية والأفكار الأساسية التي قدموها بهذا الصدد لاتختلف عما هي اليوم ، فالعلاج الدوائي ثم الاهتمام بجرد الأسنان وإزالة الترسبات القلحية كان لديهم كما هو لدينا في الوقت الحاضر ، اجراء فعال في علاج الالتهابات اللثوية ، إضافة إلى استخدام الكي الحراري وأخيراً اللجوء إلى الجبائر السلكية التي تدعم بشكل أساسي وفعال المسار الذي تعتمده المعالجة الحديثة للأمراض اللثوية .

٣ — تذكرة داود الانطاكي في ضوء البحث المعجمي الحديث

للدكتور مصطفى ابراهيم علي عبدالله (جامعة الامارات العربية المتحدة — الامارات)

أعلمنا الباحث أن **تذكرة أولي الالباب والجامع للعجب العجاب** للشيخ داود الانطاكي (توفي ١٠٠٨ هـ) تضمنت — بين أبوابها — بابين : أحدهما — وهو الباب الثالث — يعد معجماً في الأدوية المفردة والمركبة . والآخر — وهو الباب الرابع — يعد معجماً في الأمراض والعلوم ، وهدفت دراسته إلى الكشف عن السمات والملامح التي تجعل منهما معجمين ، وأجاب بحثه عن القضيتين اللتين أثارتهما دراسته : الأولى : كيف رتب الانطاكي مداخل معجمية في هذين البابين ، والأخرى : كيف شرح المصطلحات في كلا المعجمين . ولخص الدكتور مصطفى أهم نتائج دراسته في أمرين :

أولاً : قدم داود معجمين واتبع في ترتيب مداخلهما اتجاهين :

— الاتجاه الأول : الترتيب الهجائي وفق حروف الهجاء في المشرق العربي (أ ، ب ، ت ، ث ، . . .) .

— الاتجاه الثاني : الترتيب الهجائي وفق حروف الهجاء في الأبجدية السامية (أ ، ب ، ج ، هـ ، و ، . . .). ويمكن أن يضم إلى الاتجاهين اتجاه ثالث اتضح في أثناء شرحه لمصطلحات معجم الأمراض .

— الاتجاه الثالث : التصنيف الموضوعي أو الترتيب وفق المجالات الدلالية .

ثانياً : اتضح أن داود يمتلك بنية نظرية سبقت عمله المعجمي التطبيقي من خلال مجموعة من القوانين واضحة الملامح في ذهنه ، وان شرح المداخل قد عكس – في سماته العامة – هذه القوانين مراعياً الطبيعة الخاصة للمصطلحات من حيث العجمة .

لقد استطاع الباحث تبيان مكانة تذكرة داود في تاريخ المعجم العربي والسمات التي تجعل منها نشاطاً معجمياً يضع اسم داود بين قائمة المعجميين العرب .

الجلسة العلمية الرابعة

قُدمت في الجلسة العلمية الرابعة الأبحاث الثلاثة التالية :

١ – أفكار أصيلة في الحبوب والبذور من كتاب : « جامع فرائد الملاحة في جوامع فوائد الفلاحة » للغزي

للاستاذة ابتسام فاني (حلب – سورية)

سلطت الباحثة الضوء في بحثها على أفكار أصيلة للغزي وردت في الباب الخامس من كتابه « جامع فرائد الملاحة في جوامع فوائد الفلاحة » ، ومن أهمها :

١ – وضع الغزي مبادىء الدورة الزراعية وأشار إلى أهمية تتابع المحاصيل الزراعية ، كما نوه إلى إدخال القرنيات (القطاني) في الزراعة لزيادة خصوبة التربة .
٢ – تكلم عن طرق اصلاح الأرض حيوياً ، كالأراضي المرة والمالحة وغيرها .
٣ – طبق مبادىء اختبار الإنبات في البذور وعرف مبادىء تكنولوجيا الحبوب .
٤ – عرف مبدأ الحضي أو « التطويش » الذي يساعد على اتزان نسبة الكربون إلى النتروجين في النبات .
٥ – عرف مبدأ التبييض ، والتي تتبع حالياً في بعض الخضار فهي معروفة منذ القدم .
٦ – توصل إلى موضوع الكثافة النباتية وأهمية دوره في عملية البذر .
٧ – قدم نصائح عديدة في البذر والحصاد والخزن ، كما ذكر فوائد طبية لبعض النباتات مما هو ذو نفع في تاريخ الصيدلة والمداواة .

بينت الاستاذة ابتسام فاني أن تلك الأفكار انفرد بها الغزي ولم يرد ذكرها في كتب الفلاحة ممن سبقه وخاصة كتب الفلاحة الأندلسية .

واستنتجت الباحثة أن كتاب الغزي يعد كتاباً موسوعياً شاملاً لأبحاث مهمة في علوم الزراعة والنبات من الناحيتين النظرية والعملية في العصر الذي كتب فيه ، وهو يضم مابين دفتيه معلومات علمية تطبيقية لاتزال مفيدة حتّى وقتنا هذا .

٢ ـ الحمض والخلة بين الرّاث العربي والعلم الحديث

للدكتور كمال الدين حسن البتانوني (جامعة القاهرة ـ جمهورية مصر العربية)

ركز الباحث دراسته على قدرة العرب على تمييز نباتات المراعي إلى مجموعتين هما الحمض والخلة ، وتعريفهم لكل مجموعة حيث عرفوا الحمض بصفات تنطبق على مانعرفه اليوم باسم النباتات الملحية ، أي التي تعيش في الأراضي الملحية وتتحمل الملوحة وتقاومها وأعطوها من الصفات مايتطابق تماماً مع الصفات التي أسبغها العلم الحديث عن هـــذه النباتات الملحية التي تقطن السباخ حتّى اليوم ، كما عرفوا الخلة بأنها النباتات التي لاملح فيها . وتعرضت الدراسة للتعرف على صفات الحمض والخلة في الرّاث العربي من منظور العلم الحديث وكذلك اعطاء أمثلة لكل مجموعة مع شرح لصفات بعض هذه الأنواع النباتية سواء في الرّاث العلمي أو في الدراسات الحديثة .

وأوضحت الدراسة أهمية مثل هذه الموضوعات وتطبيقاتها والاهتمام بها ، سواء في تدارس انقراض بعض الأنواع ، أو دراسة التوزيع الجغرافي لها أو الأهمية الاقتصادية أو الرّاثية لبعضها .

٣ ـ فلاحة العنب وتقانة معاصره في علوم العرب وآثارهم القديمة

للاستاذ اسماعيل أحمد ملحم (دائرة الآثار العامة ـ اربد ـ الاردن)

يهدف البحث إلى القاء الضوء على الأسس التي كان يعتمدها العرب في فلاحتهم لنبات العنب من استصلاح للأرض وطرق في الزراعة والقطاف وهي أسس خبرها العرب بالممارسة الطويلة تظهر جلية في آثارهم القديمة من تنظيمات للكروم وعمل للمعاصر : وكذلك في المؤلفات التي تناولت العنب والأغذية والمشروبات المصنعة منه ، كما يتناول البحث ماآلت اليه فلاحة العنب ومعاصره بعد ظهور الاسلام .

الجلسة العلمية الخامسة

دُرست في الجلسة العلمية الخامسة الأبحاث الأربعة التالية :

١ ـ دراسة مخطوطة في الأختام وتاريخها :

للدكتورة منى حداد يكن (جامعة الجنان ـ طرابلس ـ لبنان)

وصفت الباحثة مخطوط : « عيون المها في تاريخ الختوم ونقوشها » لحكمت شريف ، بعد أن قدمت ترجمة كاملة لمؤلفه : فذكرت بأن المؤلف صدّر مخطوطه بذكر مصادر كتابه والتي كانت كثيرة كما يقول ، وأتى على ذكر أهمها فناهز عددها الثمانين مصدراً ، وقد تحدث المؤلف عن تاريخ الخواتم القديم وخواتم الخطبة والزواج والطلاق والازرار المصورة ثم عن الخواتم في الاسلام وخاتم النبوة ثم رسائل النبي إلى الملوك وخواتم بعض الأنبياء والخلفاء الراشدين والأمويين والعباسيين والأندلسيين ثم ختوم بعض الصوفية والحكماء ، كما تحدث عن أنواع الختوم وطرافة بعضها ودلالتها على أخلاق أصحابها . وأورد الكثير من النوادر عن الخواتم في التاريخ واستعمالات الخاتم الرسمي .

٢ ـ أبـواب عـدن التاريخيـة

للدكتور أحمد صالح رابضة (مركز الدراسات والبحوث اليمني ـ اليمن)

تحدث المحاضر عن فن الهندسة المعمارية في اليمن ، وعن مآثر اليمن الحضارية الرائعة التي آل معظمها للاندثار نتيجة للحرب والدمار والاهمال والجهل والتخلف كقصر غمدان وسد مآرب . ثم تناول أبواب عـدن بالتفصيل فتكلم عن باب البر بمدينة عدن وباب الزيادة (العقبة) ، وباب حقات .

٣ ـ عمائر اجتماعية في فلسطين « الاسبلة »

للدكتور جلال قزوح (جامعة النجاح الوطنية ـ فلسطين)

بدأ المحاضر دراسته بمقدمة تاريخية للاسبلة وبتعريف لها وهو : الاسبلة من الأبنية المختصة بشرب الماء وتوفيره لسقاية المارة واروائهم من باب الحسنى والتقرب إلى الله سبحانه وتعالى .

وتناول الدكتور جلال في دراسته خواص تصميم الطراز التركي وتخطيطه واختلافه عن الطراز المملوكي ، وكذلك موضوع الزخرفة التركية على السبل التي اختلفت إلى حد ما عن زخارف سابقتها في المباني المملوكية التي عدت بها طرقات القدس ، وبحث في أسباب هذا الاختلاف ومصدر هذا الطراز والزخرفة . وتضمنت دراسته مقارنات معمارية وزخرفية، وبحث الأوضاع الاقتصاديةوالاجتماعية التي رافقت تشييد هذه الاسبلة وأثرت عليها ، وعالج كذلك موضوع صيانة الاسبلة وترميمها من أجل المحافظة عليها .

٤ – ملامح عن مساهمة الطب العربي الاسلامي في علم الصيدلة والعقاقير

للدكتور أكرم منيب الدجاني (الجامعة الاردنية – الاردن)

تميز البحث بالعمومية والشمولية ، فقد تضمن مقدمة عن الاقرباذين والكتب المشهورة التي ألفها العديد من مشاهير العلماء العرب والمسلمين وكبار الأطباء ، كما بيّن الباحث ماقدمه العرب والمسلمين بالنسبة للصيدلة كعلم ومهنة ، كما أورد الدكتور الدجاني ماساهم به العلماء العرب والمسلمين في مجال العقاقير من حيث الأسماء والوصف والفعل والتركيب وطرق التحضير والآلات التي استعملوها لصناعة الأدوية وقد شمل البحث تقسيمهم للأدوية إلى مفردة ومركبة واهتمامهم بفعل الأدوية ونصائحهم لتجنب مضارها ، ثم بيّن الباحث ماأدخله الطب العربي الاسلامي بالنسبة للأدوية من تحسينات سهلت تناولها ، وأخيراً كشف عن تأثر أوربا بالانجازات العربية الاسلامية ولا سيما بواسطة طريقي صقلية واسبانيا .

الجلسة العلميـــة السادســـة

تضمنت الجلسة العلمية السادسة الأبحاث الثلاثة التالية :

١ – التقنيات الحديثة وتطبيقاتها في علم الآثار :

للدكتور شوقي شعث (مديرية الآثار والمتاحف – حلب)

تحدث المحاضر عن الوسائل والتقنيات الحديثة منها : الطرق الميكانيكية والمغناطيسية والكهربائية والتصوير العادي والجوي والفوتوغراميزي والكوني وغيرها وتطبيقها في المسوح الأثرية على اليابسة وتحت الماء ، وفي تاريخ الموجودات الأثرية المكتشفة .

وبين الدكتور شعث أن استخدام هذه الوسائل في كثير من البلدان المتقدمة ساعد على التعرف إلى كثير من المواقع الأثرية وأهميتها تمهيداً لاجراء تنقيبات أثرية فيها ، ومن ثم تعرض الباحث لسلبيات تلك الطرق وإيجابياتها ، وبيّن الأسباب التي أدت لقبول بعض تلك الوسائل ورفض بعضها الآخر من قبل علماء الآثار .

وفي نهاية البحث طالب المحاضر بتوطيد الثقة بين علماء الآثار وعلماء الفيزياء والرياضيات والنبات وغيرهم للتعاون من أجل تطوير أعمالهم المشتركة خدمة للعلم وللحضارة وللانسان .

٢ ـ عمارة التراث والتكيف البيئي :

للدكتور صخر علبي (كلية العمارة ـ جامعة حلب ـ سورية)

بين الباحث أن عمارة التراث تركت لنا في الواقع دروساً في علوم البيئة ، فقد أنتجت عطاء مميزاً في تخطيط المدن وقدمت حلولاً معمارية تتميز بمرونتها في التأقلم في العوامل المناخية وبتلبيتها لمتطلبات البيئة الاجتماعية وبتأثيرها في نمط الحياة الاجتماعية ، الأمر الذي يجدر بنا إلى رد الاعتبار اليها كعمارة بيئية أصيلة .

وقال الدكتور علبي بأن عمارة التراث قد قدمت لنا أمثلة رائعة عن العمارة البيئية ـ لاتزال معظم مدننا القديمة تزخر بها ـ تبتعد في جوهرها عن عمارة اليوم التي تتنافى مع أدنى مقومات العمارة البيئية أمثلة يجدر بنا تحليل خصائصها العمرانية والمعمارية والوقوف على مقوماتها المعنوية في زمن يتسارع فيه الاهتمام بالوصول إلى عمارة بيئية معاصرة ويتزامن مع تفاقم مشكلات البيئة التي أصبحت حديث الساعة وناقوس خطر يتهددنا جميعاً .

٣ ـ مراحل انشاء القناة والمهندس محمد بن الحسن الكرجي

الاستاذة بغداد عبدالمنعم (معهد التراث ـ جامعة حلب ـ سورية)

قدمت الباحثة الكرجي (عاش في أواخر القرن الرابع وأوائل القرن الخامس الهجري) كعالم بالرياضيات والهندسة ، ومن كتبه الهامة كتاب **انباط المياه الجوفية** يبحث فيه استخراج المياه الجوفية وهندستها .

وبينت الاستاذة عبدالمنعم أن الكرجي – في كتابه السابق الذكر – يعالج انشاء القناة بمختلف مراحله ، ويقصد بها القناة التي تحفر كنفق داخل الأرض للاستفادة من خزانات المياه الجوفية وسوق المياه عبر القناة إلى أماكن استثمارها تحفر آبار تهوية تصل إلى القناة لتأمين التهوية واخراج منتجات الحفر ، وفيما بعد لأغراض الصيانة والتنظيف والمراقبة .

وبعد أن يذكر المؤلف طرائق التعرف على المياه الجوفية ، وهي طرائق طبوغرافية وجيولوجية ونباتية ، يتوسع في الحديث عن الأعمال المساحية التي تسبق حفر القناة والأجهزة المساحية ، ثم يذكر بالتفصيل مراحل تنفيذ حفر القناة وانشائها .

الجلسة العلمية السابعة

ألقي في الجلسة العملية السابعة خمسة أبحاث منها أربعة متعلقة بابن أبي أصيبعة .

١ – شيء عن الطوابع الثلاثة : العلمية والانسانية والأدبية لعيون الأنباء

للاستاذ صياح جهيم (السويداء – سورية)

لقد حلّق الاستاذ صياح جهيم بالأفكار العامة والشمولية لكتاب **عيون الأنباء في طبقات الأطباء** لابن أبي أصيبعة ، وقسم بحثه إلى ثلاثة محاور تناولت الجوانب العلمية والانسانية والأدبية وطبع دراسته بطابع أدبي متميز .

٢ – النظرة العلمية النقدية والنزعة الانسانية عند ابن أبي أصيبعة

للاستاذ فندي أبو فخر (المركز الثقافي العربي – السويداء – سورية)

لخص الاستاذ فندي خصائص كتاب **عيون الأنباء** عما سبقه من الكتب المختصة وعدد أهمها :

١ – انفراد الكتاب بما أتى عليه من ترجمة ومعرفة علمية وعامة متعددة من علمية طبية وفلسفية وتاريخية وجغرافية وأدبية .

٢ – محاولته الجادة في أن يكون موضوعياً جريئاً واضح الرأي ، دقيق العبارة في أحكامه وآرائه المختلفة .

٣ – اعتماده منهجاً علمياً استقرائياً في تفسيره للنصوص ومقارنتها واستنباط النتائج والآراء .

٤ – قدرته على رسم ملامح نقدية واضحة تلامس منهج ابن خلدون من حيث المناقشة والتعليق والتدقيق والقبول أو الرفض أو الميل إلى الترجيح .

٣ – المنهج ومفهوم الطبقات في كتاب : عيون الأنباء في طبقات الأطباء لابن أبي أصيبعة

للاستاذ قاسم وهب (سورية)

بيّن الباحث أن المنهج الذي سلكه صاحب كتاب عيون الأنباء – رغم اعتماده التاريخ أساس للتصنيف – لم يتقيد بالتوالي الزمني على نحو دقيق ، كما أن المحتوى لم يكن معبراً بدقة عن عنوان الكتاب الذي اختاره المؤلف ، إذ ان مفهوم الطبقة كما ورد لايتعدى المنزلة التي تصف وتصنف الفرد لاالجماعة في حين أن مفهوم الطبقة يوحي بالترتيب والتجانس الفئوي القائم على أساس الاتقان والمهارة في مزاولة المهنة أو الفن من قبل طبقة (مجموعة) ممن ينتمون إلى حرفة واحدة في عصر واحد ، أو قطر محدد ، ويختم الاستاذ قاسم بحثه بتقريظ الكتاب فيقول : « فالكتاب يعد بحق من أهم المراجع التي تناولت تاريخ الطب وتراجم الأطباء والعلماء خلال القرون الوسطى » .

٤ – أضواء على صناعة الكتابة الدواوينية عند العرب منذ نشأتها حتى عصر ابن أبي أصيبعة

الدكتور سليم الحسنية (كلية الاقتصاد – جامعة حلب – سورية)

بيّن الباحث أن صناعة الكتابة – رغم التطور التكنولوجي الهائل – من أهم وأنفع الصناعات التي اخترعتها البشرية ، سواء على مستوى التدوين والتوثيق أو على مستوى الاتصال وتبادل المعلومات . ثم يعرّف الدكتور الحسنية الكتابة الدواوينية فيقول : « هي الكتابة الرسمية التي استخدمتها الدولة العربية الاسلامية للاتصال الإداري وتصريف شؤونها فنشأ بينها وبين الإدارة وأنظمة الدواوين علاقة اعتماد متبادلة » ثم يتحدث الباحث عن تطور الكتابة الدواوينية خلال العصور الاسلامية (عهد الرسول ، الراشدي ، الأموي ، العباسي ، الفاطمي ، الأيوبي) ، وينهي بحثه ببعض المقترحات المتعلقة بتشجيع الدراسات المتعلقة بتاريخ الكتابة الدواوينية .

٥ ــ الكحالة عند العرب من خلال ابن أبي أصيبعة

للدكتور كمال الفقيه (السويداء ــ سورية)

بيّن الباحث أن كتاب **عيون الانباء** يضم خمسة عشر باباً جاء فيها ذكر مايفوق على ثلاثين كحالاً عملوا واشتهروا في عواصم العالم الاسلامي بدءاً من أول ظهور دولة بني العباس . ثم يعدد الدكتور الفقيه الكحالين بحسب تقسيم ابن أبي أصيبعة ، ثم يستنتج أن معرفة العرب بالكحالة وطب العيون مرت بثلاث مراحل : (مرحلة الترجمة ونقل العلوم ، مرحلة التأليف والابداع ، المرحلة الذهبية والتي تميزت بالنضج العلمي) .

أبحاث مقبولة لم تلق لعدم حضور أصحابها

ــ ابن البراء ، يحيى (موريتانيا)	الحركة العلمية العربية في موريتانيا نموذج الطب والصيدلة .
ــ حسن ، سمية (مصر)	تطور أدوات الجراحة منذ العصر الحجري حتى العصر الإسلامي .
ــ حمادة ، محمود أحمد (الاردن)	دراسة مقارنة بين آلات العرب في القرن الثاني عشر والآلات الأوربية في القرن السادس عشر .
ــ الحمارنة ، نشأت (سورية)	ابن النفيس في عيون الأنباء .
ــ الحمود ، محمد حسن (العراق)	تقنيات وتجارب عربية في علوم الحياة .
ــ رضوان ، يسرى عبدالجليل (السعودية)	دراسات تاريخية عن الخيول العربية الأصيلة في شبه الجزيرة العربية .
ــ ريحاوي ، عبدالقادر (السعودية)	اسهامات الحضارة العربية الاسلامية في تطوير العمران والعمارة .
ــ طبازة ، خليل (الاردن)	توجهات معاصرة نحو احياء الحرف اليدوية التراثية ودورها في تأصيل وتميز التصميم الداخلي للعمارة العربية المعاصرة .
ــ المنشداوي ، خضير عباس (العراق)	مدخل لدراسة المؤلفات العربية في علم الهندسة .

توصيات المؤتمر السنوي السابع عشر لتاريخ العلوم عند العرب ـ السويداء ٢٠ ـ ٢٢ نيسان ١٩٩٣ م

أقر الباحثون والمشاركون ـ في نهاية المؤتمر ـ التوصيات التالية :

١ ـ التعاون مع وزارات الدولة وخاصة وزارة الثقافة ومجمع اللغة العربية لاصدار الكتب التراثية العلمية وترجمة مايحسن منها باللغة الأجنبية .

٢ ـ التوسع في نشر الكتب التراثية الصادرة عن معهد التراث العلمي العربي .

٣ ـ دعم الجمعية السورية لتاريخ العلوم وذلك بتكوين الاتحاد العربي لتاريخ العلوم وابرازه إلى حيز الوجود بالتعاون مع المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم .

٤ ـ العمل على جمع وتحقيق ونشر المخطوطات العلمية العربية وتوزيعها واتباع اسلوب التصوير بالأوفست في بعض الحالات التي يحسن فيها اتباع هذه الطريقة .

٥ ـ ابراز الكتب التراثية عن طريق تصنيفها في مكتبته كل بشكل مستقل .

٦ ـ الاهتمام بتدريس تاريخ العلوم العربية فيالكليات المختلفة .

٧ ـ السعي لاستصدار معاجم متخصصة في مختلف الاختصاصات العلمية على غرار المعجم الطبي .

٨ ـ السعي لتخصيص جوائز لأفضل بحث علمي في مختلف الأقطار العربية .

٩ ـ تشكيل لجنة لاحياء التراث في محافظة السويداء لتكون نواة لنشاطات ثقافية في مجال تاريخ العلوم العربية وتسمية بعض الشوارع بأسماء بعض العلماء والباحثين العرب في محافظة السويداء .

في يوم الخميس ٢٢ / نيسان / ١٩٩٣ م اختتم المؤتمر .

ملخصات الأبحاث المنشورة في القسم الأجنبي

الأصل العربي لمؤلفات جابر اللاتينية

أحمد يوسف الحسن

يوضح البحث النقاط الرئيسية التالية :

١ ـ كان علم السيمياء في الجزء الأخير من القرن الثالث عشر مادة غير معروفة بعد في العالم اللاتيني وفقاً لبيكون (Bacon) الذي ألّف في عام (١٢٦٦) . ويتبع ذلك أن أعمالاً مكتملة أمثال كتاب *Summa* والمؤلفات اللاتينية الأخرى لجابر لم يكن بالامكان كتابتها فوراً من قبل مؤلفٍ لاتيني عاش في الفترة ذاتها .

٢ ـ لم يتم الاقتباس من جابر من قبل أي من الذين كتبوا عن علم السيمياء في القرن الثالث عشر أي : سكوت (Scot) وڤينست (Vincent) وألبرت (Albertus) أو روجر بيكون (Roger Bacon) ، كما أنه لم يتمتع بشهرةٍ عالية في الغرب اللاتيني في ذاك القرن. وقد ذاع صيته فجأةً بعد ترجمة أعماله في نهاية القرن، وهذا يعني أنه لم يكن هناك من سببٍ لأن يعزو مؤلف لاتيني كتاباته إلى سيميائي عربي مغمور .

٣ ـ وحتى لو أننا افترضنا أن المؤلف اللاتيني المزيف قد قام فقط بتجميع المؤلفات السيميائية العربية المترجمة قبل ذلك، فإن مؤلفات جابر اللاتينية موضوع النزاع تحتوي على معلوماتٍ أوسع بكثير من الذي كان متوفراً في التراجم اللاتينية قبل ذلك الحين . وفضلاً عن ذلك فإن الجهل السائد بالسيمياء كما يصفه بيكون لم يمكن أياً من المؤلفين اللاتينيين من التوصل إلى معرفةٍ واسعة ومفصلة كتلك المعرفة المعطاة في كتاب *Summa Corpus* .

٤ ـ أعطيت المقاطع المقتبسة المذكورة سابقاً من مؤلفات موثوق بها من القرن السابع عشر والتي أظهرت بأن جوليوس (Golius) المستشرق المشهور قد ترجم مؤلفات جابر ـ والتي هي محور البحث ـ من مخطوطة عربية وأنه نشر الترجمة اللاتينية في مدينة لايدن .

إن أحد الأسباب الرئيسية ـ في رأينا ـ التي ساعدت على ظهور فرضية برتلو (Berthelot) هي أن كتاب **مجموع الكمال** (The Sum of perfection) والمقالات الأربع الأخرى كانت من الأهمية والتأثير بحيث أنه شعر بأن هذا التفريق لايجب أن يترك مجرداً . تحتوي المقالات أيضاً على بعض الإرشادات الهامة المتعلقة بالحموض المعدنية كحامض التريك (ماء الفضة) مثلاً . إن منح هذا الشرف إلى المؤلف اللاتيني الزائف جبر (Geber) كان مستحباً .

ولا يمكننا مناقشة هذا الأمر بتفصيل أكثر ضمن هذا الموجز . إن هولميارد (Holmyard) الذي كان دائم المعارضة لفرضية برتلو يتخلص ـ حين مناقشة المقالات ـ إلى : « أننا يمكن أن نقول دون حرج بأن هذه المقالات ليست غير جديرة بجابر وبأنه هو جدير بها ؛ وبأننا لانعرف أي كيميائي آخر مسلم أو مسيحي يمكن أن يتخيل نفسه ولو للحظة واحدة بأنه كتبها .



أربعة انشاءات هندسية لخطين متناسبين بين خطين معطيين في كتاب الإستكمال للمؤتمن بن هود

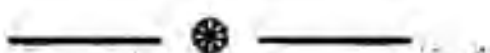
يان هوخنديك

يبحث هذا المقال في مسألة إيجاد خطين متناسبين متوسطين بين قطعتين معطيتين (a) و (b) ـ أي ـ قطعتين (x) و (y) بحيث أن $a : x = x : y = y : b$. يقدم العالم الرياضي الأندلسي المؤتمن بن هود في كتابه **الإستكمال** أربعة حلول هندسية لهذه المسألة ، ثلاثة منها يرجع تاريخها إلى العصور القديمة الكلاسيكية . أما الحل الرابع (بواسطة الدائرة والقطع المكافىء) فإنه من اكتشاف المؤتمن على مايبدو . نورد في هذا البحث نصاً عربياً محققاً بالإضافة إلى ترجمة وتعليق بالإنكليزية للأشكال الهندسية الأربعة كلها .

حل مسائل بحسب أيوب البصري
« عالم جبر مبكر »

بارناباس هاغر

أدرج ابراهام بن عزرا (Abraham ben Ezra) – الجامع الشهير لكتاب (Liber augmenti et diminutionis) – طريقة مغايرة لحل بعض المسائل بطريقة الخطأين . وقد أطلق على هذه الطريقة اسم (regula infusa) ونسبها إلى يوب بن سليمان المقسّم (Job filius Salomonis divisoris) . وقد عُرِّف هذا الشخص بأنه أيوب البصري مقسّم الممتلكات . تُركز طريقة البصري على المعادلات من الدرجة الأولى بمجهول واحد أمثاله لاتساوي الواحد. وحيث أن الخوارزمي يبين قاعدةً وحيدةً لاختزال الأمثال التي لاتساوي الواحد إلى الواحد فإن أيوب يأخذ بعين الاعتبار ثلاثة أنواع من الأمثال الموجبة هي : أقل من واحد والأعداد المركبة (من الصحاح والكسور) والأعداد الصحيحة التي هي أكبر من واحد. كما أنه يبيِّن طرائق مختلفة لمعالجة كل حالة.



« خط زوال الماء » في جداول الإحداثيات الجغرافية في الأندلس وشمال افريقيا

ميرسيه كوميــز

تتضمن جداول الإحداثيات الجغرافية استعمال زمرتين من الإتجاهات هما : خط الاستواء الأرضي حيث تقاس منه عموماً خطوط العرض ، وخط الزوال الوهمي المنصوص عليه ، والمحض إلى حد ما ، والمستخدم كنقطة بداية لحساب خطوط الطول إضافة إلى خطوط الزوال الرئيسية المعروفة فإنه يجب الأخذ بعين الاعتبار خط زوال وهمي جديد . وأشير إلى « خط زوال الماء » (meridian of water) – الذي دعي هكذا لأنهمتوضع في المحيط الأطلسي ، خط الطول ١٧ والدرجة ٣٠ إلى غرب جزر الكناري . نجد الإشارة الأولى لخط الزوال هذا والمشتق بطريقة ما من خط الزوال الهندي

لـ Arin في التعديل الذي أجراه مسلمة على جداول الخوارزمي الفلكية (القرن العاشر الميلادي). إن « خط زوال الماء » هذا المبرهن عليه في عددٍ من الجداول الجغرافية والنصوص والقوانين الفلكية أيضاً والذي يُعزى أساساً إلى جغرافيي وفلكيي الأندلس والمغرب الغربية كان له تأثير عظيم خلال أكثر من خمسة قرون ليس في شبه الجزيرة الأيبرية وشمال افريقيا فقط ولكن أيضاً ، وإلى حدٍ ما ، في كلٍ من الشرق الإسلامي وأوربا اللاتينية .

❀

مقالة لفلكي مغربي من القرن الثامن عشر عن بنية الإسطرلاب الجامع لابن باص

اميليا كالفو

كان حسن بن محمد بن باص فقيهاً ورئيساً للمؤقتين في الجامع الأعظم في مدينة غرناطة . وأكد ابن الخطيب مهارته الفائقة في إنتاج الأدوات الفلكية وقال بأنه كان مخترعاً ومؤلفاً لمقالات بعنوان « مستنبطات وتواليف » ، وقد توفي عام ٧١٦ هـ / ١٣١٦م.

كتب ابن باص مقالةً حول استعمال الجهاز الذي أسماه **الصفيحة الجامعة لجميع العروض** (Universal plate for all latitudes) ، وهي تتألف من (١٦٠) باباً . هذه المقالة التي أنجزت عام ١٢٧٤ محفوظةٌ في عدة مخطوطات موجودة في مكتبة الإسكوريال (Escorial – المخطوط رقم (٩٦١) ، وفي المكتبة الوطنية بتونس (National Library of Tunis) – المخطوط رقم (٩٢١٥) ، وفي المكتبة الملكية في الرباط (Royal Library of Rabat) – المخطوط رقم (٤٢٨٨) .

كما توجد أيضاً بعض الملخصات لهذه المقالة ، وأكثرها تميزاً ملخصٌ بعنوان « نبذة فيما يتعلق بالصفيحة الجامعة » وهو المصدر الوحيد المعروف الذي يصف بنية هذه الصفيحة ، وهو موضوعٌ لم يسبق طرحه في مقالة ابن باص ولا في الملخصات الأخرى الموجودة . ومؤلف هذا الملخص هو أبو الربيع سليمان بن أحمد القشتالي وهو « فقيه » مغربي من القرن الثامن عشر (توفي في فاس عام ١٢٠٨ هـ – ١٧٩٤ م) .

وقد عرف علم الميقات والتعديل (The science of timekeeping and spherical astronomy) « باستعمال الأدوات أو بدونها » ، وكان استاذاً لسليمان الهوّات ولم تعرف معلوماتٌ أخرى عن حياته .

نعرف العديد من مؤلفات الفشتالي منها **بغية ذوي الرغبات** والتي تتحدث عن صعوبات مقالات سبط المارديني مثل **الرسالة الفتحية** (Opening treatise) أو **شرح السلك العالي في مثلث الغزالي** (Explanation on the thread of the gazālī triangle)، وكتب أيضاً ملخصاً عن مقالة ابن باص حول **الصفيحة الجامعة لكل العروض** (Universal plate for all latitudes) .

والمقالة حول استعمال هذه الصفيحة تحتوي على وصف الخطوط المنقوشة عليها وطريقة استعمالها . ولكن لايوجد فصلٌ واحدٌ يبحث في موضوع بنية الصفيحة . لذا فالمصدر الوحيد المعروف لدينا عن بنية هذه الصفيحة هو ملخص الفشتالي المذكور سابقاً لمقالة ابن باص .

إن ملخص الفشتالي موجود على شكل مخطوطة برقم (١٠٠٩) في المكتبة الملكية في الرباط (الصفحات ١٦ ظ – ١٩ ظ) ، وتحتوي كل صفحة على ٢٤ سطراً والكتابة مغربية . والنص مقسّم إلى خمسة فصولٍ وكل فصل مؤلفٌ من جزء أو عدة أجزاء حيث يشرح فيها الفشتالي بشكلٍ أساسي مسائل « الميقات » ، ويبدأ الفشتالي هذه الفصول بمقدمة ينسب فيها اختراع هذه الصفيحة إلى ابن باص حيث يعرّفه بأنه استاذ للزبير .

أما فيما يتعلق بمحتويات **الرسالة** فإن الفصل الأول يصف بنية الصفيحة كما ذكرت سابقاً . ويقدم الفصل الثاني أسماء الخطوط المرسومة على الصفيحة . ويقسم الفصل الثالث إلى ثلاثة أجزاء هي : كيفية تحديد قوس النهار والليل ، وكيفية حساب القوس الدائر مع الكرة السماوية ، وكيفية تعيين درجة الشمس على الصفيحة حسب ارتفاعها . وأما الفصل الرابع فهو مقسّم إلى أربعة أجزاء هي : كيفية تحديد زاوية السمت للشمس أو لنجمة ما ، ونطاق شروقهما ، وغروبهما ، ونصف « الفضل » (وهو الفرق بين منتصف قوس النهار والدرجة التسعين) ، وكيفية حساب دائرة خط الزوال الزاوي للشمس أو النجم . وأخيراً يحتوي الفصل الخامس على أربعة أجزاء مخصصة على التوالي

لتغيرات الإحداثيات وحساب الارتفاع الشمسي في أوقات صلاة « الظهر » و « العصر » وارتفاع النجم في آخر الغسق وبداية الفجر وكيفية تحديد الجهات الأربعة الرئيسية وزاوية السمت « للقبلة » .

وكما ذكرت سابقاً فالفصل الأول من البحث يحتوي على توضيحات لإنجاز بنية الصفيحة . ولا يوجد أي رسم في النص يوضح الخطوات المختلفة المتبعة في بنية هذه الصفيحة . إن الرسم البياني المتشكل من توضُّع مستويات الأفق والأقواس في القطاع الدائري المتشكل بين خط الاستواء والقطب والناشىء من إسقاط استيريوغرافي (تجسيمي) قطبي قياسي هو مطابق للرسم البياني الذي نجده على الأسطرلاب الجامع لعلي ابن خلف أو على صفيحة " Saphea " الزرقالي . وعلى أية حال فهذين الرسمين الأخيرين ناشئين من إسقاط استيريوغرافي استوائي . ومن هذا المنطلق علينا أن نتذكر بأن الإجراء لتحويل الإحداثيات بهذه الأداة (عن طريق تحوُّل مساوٍ إلى متمم خط عرض المكان (Colatitude of the place) يستخدم عـــادةً عنـــد استعمال أدوات الزرقالي وابن خلف وليس باستعمال الاسطرلاب . ولكن في مقدمة مقالته حول « الصفيحة الجامعة » شعر ابن باص بأنه مضطر لأن يصرِّح باستقلالية صفيحته عن « صفيحة » الزرقالي ، وذلك لأنه ربما كان مدركاً لانعكاس تأثير هذه الأداة على عمله . ومن الواضح تماماً بأن ابن باص قام بإعادة شرح المبادىء لتركيب « الصفيحة » باعطاء وجهة نظر جديدة لها وبالتالي احتمالات جديدة للاستعمال . وفي القرون التالية تبنى بعض الفلكيون هذه الفكرة وأعادوا التوسع فيها بطرقٍ مختلفة . وكانت النتيجة ظهور بعض الأدوات الدقيقة حيث جُمعت فيها إسقاطات قطبية واستيريوغرافية للخط الاستوائي وذلك للحصول على ميزات كلا النظامين . ويمكننا أن نجد مثل هذا النوع من الأدوات ليس فقط في العالم الإسلامي بل أيضاً بين الأدوات المصنوعة في أوروبا بين القرنين الرابع عشر والسابع عشر .

إسهامات ابن زهر في الجراحة

فريد سامي حداد

فضلاً عن وصف الأمراض الجراحية للمرة الأولى كمرض بيروني (Peyronie) والتهاب الحيزوم والنُغلة (الغنغرينا) إلخ . . . ، فإن اسهامات ابن زهر الجراحية العظيمة تتضمن طرائق حديثة من المعالجة والمداواة كاستعمال انبوب خاص للتغذية في حالات شلل آلية عملية البلع ، واستعمال الحقنة الشرجية للتغذية ، واستعمال الحرير في خياطة الإصابات البطنية والمعوية ، واستعمال الذبابية الماسية لتفجير الحصيات الاحليلية ، واستعمال القطن في تدبير كسور الأنف والهبوط المهبلي . إضافة إلى ذلك فقد وصف عمليات جراحية جديدة كالاستئصال الجزئي للمعي وفغر الرغامى وهي عمليةٌ قام بإجرائها لأول مرة على الماعز . من أجل جميع هذه الإسهامات فإن ابن زهر ينبغي أن لايُعتبر طبيباً عظيماً فقط بل أيضاً ينبغي اعتباره واحدُ من أوائل وأعظم الجراحين التجريبيين .



المشاكل في كتاب الطبيعة لأرسطو (الفصل الأول من الباب الأول) وشرح ابن باجـة عليـه

بول ليتينك

من بين شروح العلماء العرب على كتاب الطبيعة (Physics) لأرسطو (Aristotle) (أمثال ابن السمح وابن سينا وابن باجه وابن رشد) فإن شرح ابن باجه يدعو للاهتمام بشكل خاص للأسباب التالية :

أ) كونه سلفاً لابن رشد الذي ناقش آراءه وفي بعض الأحيان كان يناقضها .

ب) تختلف بعض آرائه عن آراء أرسطو ، كما أنها كانت محور جدل على مدى العصور الوسطى في الغرب اللاتيني (مثلاً حول قوانين الحركة) .

تم نشر نص شرح ابن باجة مرتين في عامي (١٩٧٣) و (١٩٧٨) ، وتوجد دراسة لم يتم نشرها عن نظرية الحركة (theory of motion) في فلسفة ابن باجه . ولكن لم تُجرَ أية دراسة مفصلة للنص أو حتى مقارنة له مع تعليقات أخرى (إغريقية وعربية) والتي كان من الممكن أن تُظهر بمن تأثر .

ليس من السهل فهم نص ابن باجه لأنه ليس شرحاً حرفياً لنص أرسطو وليس هو كلٌ تامٌ في ذاته مثل كتاب **الشفاء** لابن سينا . وأغلب مناقشاته غير كاملة ولا يمكن فهمها إلا بمقارنتها مع شروحٍ أخرى وبخاصة شرح ابن رشد .

نقدم هنا نتيجة الدراسة عن كتاب **الطبيعة** – الفصل الأول من الباب الأول – والشروح المتعلقة بهذا الفصل وبشكل خاص شرح ابن باجة لنُظهر نوع المشاكل التي على المرء أن يواجهها .

يعرض أرسطو في كتاب **الطبيعة (الفصل الأول من الباب الأول)** منهجه في تحصيل المعرفة حول الطبيعة . ويصرّح بأن المعرفة الحقيقية حول موضوع ما تتألف من معرفةٍ بمبادئه وأسبابه وعناصره ، ثم يناقش طريقة إيجادها . وطرح هذا النص المشاكل للمعلقين بدءاً من ثيوفراست (Theophrast) حتى وقتنا الحاضر .

أ) ظهرت المشاكل بالدرجة الأولى حول معنى الكلمات : المبادىء والأسباب والعناصر . ويتفق معظم المعلقون الحديثون بأن هذه الكلمات لها عملياً المعنى ذاته في الباب الأول من كتاب **الطبيعة** . وسنناقش مافكر به المعلقون العرب والإغريق حول معنى تلك الكلمات .

ب) تكلم أرسطو عن الطريقة لإيجاد هذه المبادىء في الصفحة ١٨٤ أ ، الأسطر ١٦ – ٢٦ . ونشأت المشاكل بشكلٍ رئيسي حول معنى الكلمات التالية : « الأشياء المختلطة » و « الكلي » و « المفرد » .

بالنسبة لمعظم المعلقين الحديثين فإن أرسطو يعني في هذا المقطع بأنه علينا أن نبدأ بالأشياء الملموسة المعطاة عن طريق التجربة الحسية والتي مازالت غير محللة وغامضة (أي الأشياء المختلطة أو الكلي) وعن طريق تحليلها يمكننا أن نتوصل إلى العناصر والمبادىء (أي المفرد) . وبالتأكيد هذا هو نهج أرسطو في الباب الأول من كتاب **الطبيعة** حيث يبحث عن مبادىء تحوُّل الأشياء (المادة ، الشكل ، العدم) .

وعلى أية حال يمكننا أن نفسر الفقرة التي تتحدث عن « الكلي » و « المفرد » (صفحة ١٨٤ أ ، الأسطر ٢٤ – ٢٦) بطريقة أخرى حيث علينا أن نبحث في الأشياء العامة ومبادئها أولاً ثم نتقدم إلى الأشياء المفردة ومبادئها . وهذا ماقام به أرسطو إذا – أخذنا بعين الاعتبار مجموعة أعماله عن العلوم الطبيعية بشكل إجمالي .

في هذه الحالة إذاً يتكلم أرسطو عن طريقتين هما : التقدم من الأشياء المختلطة إلى عناصرها ومن الأشياء العامة إلى الأشياء المفردة . فمثلاً باكيوس (Pacius) – المعلق من القرن السادس عشر – قد ميّز بالفعل بين هاتين الطريقتين .

سنُظهر كيف أن المعلقين العرب والإغريق أمثال يوحنا النحوي (Johannes Philiponos) وابن سينا وابن رشد قد بدا أنهم فكروا بهاتين الطريقتين دون أن يميزوا بينهما بوضوح .

استطرد كل من ابن باجة وابن رشد في شرحهما على هذه الفقرة حول مناقشة الأنواع المختلفة للبرهان في العلوم (كالبراهين المطلقة وبراهين الحقائق وبراهين الأسباب) حيث أن العلوم الطبيعية تستخدم النوعين الأخيرين المذكورين من البراهين . وقد استنتجا هذا من كتاب **التحليلات الثانية** (Analytica Posteriora) . وسنناقش هذه الأنواع المختلفة من البراهين وسنُظهر كيف أن نص ابن باجة حول هذا الموضوع يصبح مفهوماً فقط عند مقارنته مع شرح ابن رشد والذي بدوره أصبح واضحاً بواسطة جرسونيدس (Gersonides) الذي كتب في القرن الرابع عشر شرحاً متميزاً عن شرح ابن رشد **المختصر والمتوسط على كتاب الطبيعة** .

وناقش الفارابي أيضاً هذه الأنواع من البراهين . وإن دراسة حول شرحه على كتاب **التحليلات الثانية** وشرح ابن باجة على هذا الشرح ستكون مفيدة .



مفارقـــة اللانهاية عند الكندي

ابراهيم كـــرو

من المعروف عند مؤرخي وفلاسفة العلوم أهمية المفارقات (Paradoxes) في خلق طفرات فكرية وخاصة في علمي الفيزياء والرياضيات . وربما كان اليونان أول من وضع المفارقات وبالأخص مفارقات زينون الشهيرة .

أما مفارقة الكاذب لإبيمينذش (الرجل الذي يقول أنا كاذب) فقد استعملها عالم المنطق الرياضي كودل لاستخلاص نظريته الشهيرة لعدم التمام – في أوائل القرن الحالي . وما زالت تحتل مركزاً هاماً جداً حتّى يومنا هذا . وهي مصدر وحي وإلهام لدى العلماء .

وعلى الرغم من أن فلاسفة اليونان قد تحدثوا عن اللانهاية واعتمدت عليها مفارقات زينون للحركة – وأن ارسطو تحدث عنها في مجالات عديدة – كما سنرى في هذا المقال– إلا أن أول عالم اعتمد على فكرة وجود لانهايات مختلفة في الكبر واعتبر ذلك متناقضاً – هو يوحنا النحوي ، وربما أخذ عنه الكندي هذه الفكرة وصاغها في قالب رياضي متطور معتمداً على البديهيات – كما أشرنا في مقال سابق ووصل من خلالها إلى تناقض . وبالرغم من أن الكندي لم يسمها مفارقة" إلا أنها في الواقع كانت كذلك .

أما في العصور الحديثة فإن أول من وصل إلى متناقضات اللانهاية هو غليليو الذي رفض إضافة علاقات التساوي والأكبر والأصغر بين اللانهايات . لكن العالم الذي توصل إلى حل مفارقة اللانهاية والذي كرس معظم أعماله لدراستها هو الرياضي كانتور فقد وضع بذلك أسس المنطق الرياضي وحساب الأعداد الترتيبية والأصلية وذلك في القرن التاسع عشر .

هذه لمحة موجزة عن تاريخ اللانهاية ندرسه في هذا المقال كما أننا نقارن مساهمة الكندي بغيره من الفلاسفة الذين سبقوه فنجد أن مساهمته تختلف عن مساهمة أرسطو الذي كانت معظم دراساته للنهاية فلسفية – بينما استعمل الكندي منطق البديهيات وفعل بحساب اللانهاية مافعله أقليدس بالهندسة إنما على شكل مصغر . ولا نستغرب هذا الأمر من الكندي – إذ كما أشرنا في مقال آخر أبرزنا فيه دراسته للنهاية في الهندسة .

أما مفارقة اللانهاية عند الكندي فيمكن اختصارها بما يلي :

إذا أخذنا عظماً آ لامتناه وأخذ منه عظماً متناهياً ب فالباقي ج إما أن يكون متناهياً أو لامتناه .

أولاً : إذا كان ج متناهياً وأعدنا جمع ب وج المتناهيين نتج عنهما عظم متناهي — وقد عاد لأصله غير المتناهي وهذا خلف .

ثانياً : إذا كان ج لامتناه وجمعنا معه ب المتناهي حصل عظم لامتناه أكبر من آ اللامتناهي وهذا خلف أن يكون لامتناه أكبر من لامتناه آخر .

أما برهان الكندي فيبدأ من بديهيات أولية رياضية كانت معروفة لدى اليونانيين منها بديهيات الكم (عددية) أو الكيف (هندسية) . وطريقة براهينه تذكرنا بحساب الأعداد الترتيبية التي وضعها كانتور .



العلم والتكنولوجيا تجاه الإسلام

هانس دايبر

يصف هذا البحث النقاش الذي تم عن كون الاسلام عقبة في تطور العلوم والتكنولوجيا عندما ألقى إرنست رينان (Ernest Renan) في (٢٩) آذار (١٨٨٣) محاضرته في جامعة السوربون في باريس . ولكن جمال الدين الأفغاني قام بنقد رأي رينان السلبي وأكد على مساهمة العلماء العرب في تحسين وإنجاز العلوم الهيلينية — الساسانية . وعلاوةً على ذلك يظهر الدين في ردة فعل الأفغاني كعاملٍ حافز للخيال الانساني ومؤملٍ إلى أعمال جديدة . ويعتـــبر الباحث سيد حسين نصر (Seyyed Hossein Nasr) (١٩٦٨) أن العلوم ليست مجرد وسيلة للتقدم التكنولوجي بل هي قبل كل شيء وسيلة لإظهار الحكمة الإلهية التي تشمل كل العلوم . انتُقد هذا التقييم للعلوم الإسلامية كونها أفضل من العلوم الحديثة من قبل المؤرخ جوزيف نيدهام (Joseph Needham) عام (١٩٨٠) في كتابه العلم والحضارة في الصين (Science and Civilization in China) ؛ حيث يرفض تحديد نصر للعـــلوم الأساسية « بالعلوم الأسلامية »

ويعتبر العلوم الإسلامية جزءاً من تاريخ العلوم وأن تطورها قد تأثر بمديونيتها للدين الإسلامي وإلى الفكرة القائلة بأن العلم هو نتيجةٌ لتجلي حكمة الله . وبطريقة مماثلة للأفغاني ونصر قام عالم اللاهوت الألماني إرنست بنتز (Ernst Benz) عام ١٩٦٤ بالدفاع عن الفرضية القائلة بأن التقدم التكنولوجي له جذوره في الدين حيث انتُقدت هذه الفرضية من قبل لين وايت (Lynn White) . وتدعو هذه الإختلافات إلى التحقيق في مسألة ما إذا كان الإسلام قد حث على تطور العلوم وإلى أي مدى . وكما يُظهر تاريخ العلوم والتكنولوجيا في الاسلام فإن الفضل الكبير في نشأة العلوم وتطورها يرجع إلى متطلبات الدين الإسلامي وإلى واجباته . إن دراسة العلوم الاغريقية هي نتيجة للدين ، فمثلاً استطاع المسلمون بدقة تحديد الزمان والمكان المطلوبين للصلوات وشهر رمضان والقبلة وذلك بمعرفة الرياضيات الفلكية الهيلينية . وعلى الرغم من أن العلم والتكنولوجيا في الإسلام أظهرا أولى إشارات الركود بعد عام (١١٠٠) م إلا أنه يجدر بنا أن نعترف بإسهام العلوم في الإسلام في تطور العلوم في العصور الوسطى وفي الجنس البشري . إن القوة الحافزة للدين الإسلامي على تطور العلم والتكنولوجيا قد تأكدت من قبل الباكستاني محمد عبدالسلام (Mohammed ʿAbdus Salam) الحائز على جائزة نوبل والذي أكد في الوقت نفسه على شمولية العلم كواجب على البشرية بأكملها وهي مدعوةٌ للإنعكاس على الطبيعة وعلى تنظيمها التكنولوجي وبالتالي يمكنها أن تكتسب ثروة مادية وتبصراً بالعالم وبحكمة الله . وبعكس ماجاء به بعض الأصوليين في الإسلام الحديث فإن هذا لايعني وجود أي تآلف بين الاسلام ومضامين العلم أو طرائقه .

المشاركون في هذا العدد

– **فريد سامي حداد** : اختصاصي في أمراض المسالك البولية والجراحة في مشافي أمريكا . عمل في عدة مشافي حكومية ودولية في الولايات المتحدة الأمريكية . وهو مهتم بتاريخ الطب عند العرب .

– **أحمد يوسف الحسن** : يحمل شهادة الدكتوراه في الهندسة الميكانيكية من جامعة لندن. في عام ١٩٧٦ م أسس معهد التراث العلمي العربي وتولى إدارته ، وهو أحد محرري « مجلة تاريخ العلوم العربية » . كما أنه باحث في تاريخ التكنولوجية العربية ، وأصدر العديد من الكتب في هذا المجال .

– **هانس دايبر** : حاصل على شهادتي دكتوراه : الأولى من جامعة ساربروكن (عام ١٩٦٧ م) ؛ والثانية من جامعة هايدلبرج (عام ١٩٧٣ م) . وكان تخصصه في الدراسات الإسلامية ، وهو يعمل في جامعة امستردام برتبة استاذ منذ عام ١٩٧٧ م .

– **إميليا كالفو** : أنهت حديثاً اطروحة الدكتوراه في مجال تاريخ الفلك الأندلسي، وهي تعمل حالياً كاستاذة وباحثة مساعدة في جامعة برشلونة في اسبانيا .

– **ابراهيم كرو** : يحمل شهادة دكتوراه في المنطق الرياضي، وله العديد من الأبحاث المنشورة في مجال تاريخ المنطق .

– **ميرسيه كوميز** : تعمل كأستاذة في قسم الفلسفة العربية في جامعة برشلونة في اسبانيا . وهي تعمل الآن في مجال تاريخ الفلك العربي والأندلسي ولها مؤلفات عديدة حول هذا الموضوع .

– **باتريك لاندري** : مهندس حاصل على شهادة الدبلوم في مجال تاريخ التكنولوجيا العربية من جامعة السوربون الجديدة ، شارك في العديد من المؤتمرات .

– **بول ليتينك** : حاصل على شهادة دكتوراه في الفيزياء (عام ١٩٧٣ م) وعلى شهادة الدكتوراه في اللغات السامية (عام ١٩٩١ م) من جامعة فري (Free) في امستردام . انتسب حديثاً إلى جامعة فري حيث يجري بحثاً عن الشروح العربية للأرصاد الجوية لأرسطو ، ومقالات عربية أخرى عن الأرصاد الجوية .

– **مصطفى موالدي** : يحمل شهادة دكتوراه في تاريخ الرياضيات العربية من جامعة السوربون الجديدة بباريس يعمل مدرساً لمادتي الرياضيات والمنهج التاريخي والمراجع والمخطوطات في معهد التراث ووكيلا للمعهد ذاته ، شارك في العديد من المؤتمرات والندوات المحلية والعربية والدولية .

– **بارناباس هاغنر** : استاذ في جامعة ولاية كاليفورنيا، نشر كتباً عديدة في تاريخ الرياضيات مركزاً بشكل خاص على رياضيات العصور الوسطى. كانت أهم أعماله كتباً نقدية للترجمتين اللاتينيتينْ لكتاب الجبر لخوارزمي : الأولى لجيرارد الكريموني والثانية لروبرت التشستري .

– **يان بيتر هوخنديك** : متخصص في تاريخ الرياضيات عامة عند العرب والمسلمين . ويحمل شهادة دكتوراه في مجال تاريخ الهندسة عند العرب . وله مؤلفات عديدة حول هذا الموضوع .

ملاحظات لمن يرغب الكتابة في المجلة

تقديم نسختين من كل بحث أو مقال إلى معهد التراث العلمي العربي . طبع النص على الآلة الكاتبة مع ترك فراغ مزدوج بين الأسطر وهوامش كبيرة لأنه يمكن أن تجرى بعض التصحيحات على النص ، ومن أجل توجيه تعليمات إلى عمال المطبعة . والرجاء ارسال ملخص يتراوح بين ٣٠٠ — ٧٠٠ كلمة باللغة الانكليزية إذا كان ذلك ممكنا وإلا باللغة العربية .

طبع الحواشي المتعلقة بتصنيف المؤلفات بشكل منفصل وتبعا للارقام المشار إليها في النص . مع ترك فراغ مزدوج أيضاً ، وكتابة الحاشية بالتفصيل ودون أدنى اختصار .

أ — بالنسبة للكتب يجب أن تحتوي الحاشية على اسم المؤلف والعنوان الكامل للكتاب والناشر والمكان والتاريخ ورقم الجزء وأرقام الصفحات التي تم الاقتباس منها .

ب— أما بالنسبة للمجلات فيجب ذكر اسم المؤلف وعنوان المقالة بين أقواس صغيرة واسم المجلة ورقم المجلد والسنة والصفحات المقتبس منها .

ج— أما إذا أشير إلى الكتاب أو المجلة مرة ثانية بعد الاقتباس الأول فيجب ذكر اسم المؤلف واختصار لعنوان الكتاب أو عنوان المقالة بالاضافة إلى أرقام الصفحات .

أمثلة :

أ — المطهر بن طاهر المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، نشر كلمان هوار . باريس ١٩٠٣ ، ج ٣ ، ص ١١

ب— عادل انبوبا ، « قضية هندسية ومهندسون في القرن الرابع الهجري ، تسبيع الدائرة » ، مجلة تاريخ العلوم العربية . مجلد ١ ، ١٩٧٧ ص ٧٣ .

ج— المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، ص ١١١ .

انبوبا ، « قضية هندسية » ، ص ٧٤ .

Notes on Contributors

CALVO Emilia : Has recently finished her Doctorate Thesis in the field of the History of Andalusian Astronomy. She is now teaching and researching at the University of Barcelona/Spain as an assistant.

COMES Mercé : Teacher in the Department of Arabic Philosophy at the University of Barcelona / Spain. She is now working in the field of the History of Arab and Andalusian Astronomy and had published several papers on this topic.

DAIBER, Hans : Got the Ph. D. degree in 1967 from Saarbrucken University; Dr. of philosophy (habil 1993) from Heidelberg University. He has been professor of Islamic Studies at the Vrije Universiteit, Amsterdam since early 1977.

GARRO, Ibrahim : He holds the Ph. D. degree in mathematical logic and has published several researches in the field of the history of logic.

HADDAD, Farid S.: A specialist in urology and general surgery. He attended several university hospitals and held positions with governmental and international bodies in the US and in Arab countries.

AL-HASSAN, Ahmad Y. : Ph. D. in mechanical engineering from University College, London. In 1976 he founded the I. H. A. S. and directed it. He is also the founder and editor of the " J. H. A. S. ", and a researcher in the field of the History of Arabic Technology and had published several books on this topic.

HOGENDIJK, Jan P. : Specializing in the History of Arabic Mathematics in general since 1974. Ph. D. in the field of the History of Arabic Architecture.

HUGHES, Barnabas : is professor of Secondary Education at California State University. He has published considerably in the history of mathematics, with particular emphasis on medieval mathematics. His major works have been critical editions of Latin translations of al-Khwarizmī's *al-Jabr*, one by Gerard of Cremona, the other by Robert of Chester.

LANDRY, Patrick : an engineer. He holds a Diploma in the History of Arabic technology from the Université de la Sorbonne Nouvelle-Paris, and had participated in several conferences.

LETTINCK, Paul: received a Ph. D. (1973) in physics and a Ph.D. (1991) in Semitic languages from the Free University, Amsterdam. He is at present affiliated with the Free University, Amsterdam, where he is conducting research on the Arabic commentaries on Aristotle's *Meteorology* and other Arabic treatises on meteorology.

MAWALDI, Mostafa: holds a Ph. D. in the History of Arabic mathematics. He is now holding the position of Vice Director at the I. H. A. S. and teaches the two subjects of the " history of mathematics" and "historical methodology, references and manuscripts". He had participated in several local, Arabic and international Conferences and Symposia.

Zohair M . Agha , *Bibliography of Islamic Medicine and Pharmacy*: Bibliographie der Islamischen Medizin und Pharmazie, Leiden, E. J. Brill, 1983.

The title of this book is misleading. The author claims to have included in his bibliography what has been written on Islamic Medicine and Pharmacy both in the Middle Ages as well as in modern times. Yet, one finds the name of Jabir Ibn Hayyan whose works could hardly be called medical or pharmaceutical . Works which do not relate to medicine and belong to alchemy and physiognomy are also included (see nos 12,15,32,175,177 and 179). On the other hand some of the well known medical writers and writings are missing. While listing the Arabic, Persian and Turkish manuscr pts-only of the British Library, the Wellcome Libr. ry, the Bankipore Library, the University of California (Los Angeles), the library of ʿArif Hikmet in Medina Munawwarah, and few Turkish Libraries- of those medieval works, Ahga rarely mentions the modern editions of the same works.

Agha is not systematic in his bibliography. He occasionally lists the dates of the medieval authors, and translates some of the Arabic titles, while leaving both the Persian and Turkish titles, when the need is most pressing, without translation. Moreover his translation of the Arabic works is not always correct (he translates *al*-buḥran (*crisis*) into delirium).

If one turns to the contributions of modern scholars which are confusingly mingled with medieval names one is struck by the absence of most of Meyerhof's works, Levey's edition of Ibn Wahshiyah's *K. al-Sumum w-al-tiryaqat* and Rosenthal' " The Classical Heritage in Islam ".

I find it better to rename this book as " bibliography of some Islamic medical and pharmaceutical manuscripts,", accompanied by a short list of the contributions of some modern scholars in the same field.

One still has to rely on Sezgin's *Geschichte des Arabischen Schrifttums*, Ullmann's *Die Medizin in Islam* and *Catalogues of Manuscripts in Major Libraries* .

Amal Abou Aly

Khouri RM: Histoire de la castration au Liban . . . et ailleurs. *J Med Lib* 1991; 39 (1) : 33 – 5 .

Part III (83 pages) is an alphabetical index of about 3 800 authors. Here are a few examples of the citations found in this part:

Ammar S : L'école de médecine de Bologna . Ses emprunts à l'Arabisme . In : XXXI Congrès international d'histoire de la médecine . Bologna 1988. *Actes. Bologna*:Monduzzi Editore, 1988. p. 5 – 12.

Haddad FS: Two of the earliest rœntgenograms taken in Lebanon. *J Med Lib* 1989; 38 (1) : 64 – 7.

Hamarneh SK: Introduction to Arab-Islamic alchemy. *Hamdard Med* 1989 Jan-Mar; 32 (1) : 45 – 9.

Part I (56 pages) contains, in Section B, about 2 000 citations concerning individual biographies and, in Section A, over 100 citations concerning collective biographies. Biographies of the following are included : Abulcasis, Ibn al-Jazzar, Alhazen, al-Tabari, Avenzoar, Avicenna, Al-Biruni, al-Qaisi, Hunayn, Ibn al-Quff, Ibn an-Nafis, Ibn Sallum, Jabir, Al-Jahiz, Medawar, Rhazes, Béchara Saad, Shiyraaziy etc.

The work is extensive and very useful.

The few inconsistencies in transliterating foreign names and in capitalization (as an example: al and Al) do not detract from the great value of this volume and its preceding companions which are very handy research tools with an inestimable usefulness . Their comprehensive scope makes them incomparable bibliographical reference works.

After seeing how various authors use different spellings in the transliteration of foreign words and foreign names into English, it becomes very evident that a lot remains to be done on the subject of transliteration of Arabic words and names . Some organization has to take the lead and assume the urgent initiative of revamping our system of transliteration and diffusing a new code for the transliteration of Arabic names and words . In the age of the computer, an urgent need has developed for a new system which will be computer compatible and which will transliterate letter for letter without ambiguity .

Farid Sami Haddad

Book Review

Bibliography of the History of Medicine No. 27 – 1991. National Library of Medicine. National Institutes of Health, Publication No. 92 – 315. Bethesda Maryland, USA.

This is the 27th number (volume) of a series of annual publications which are prepared from the computerized database HISTLINE at the National Library of Medicine. It focuses on the history of medicine and relted sciences, professions, and institutions. It is an invaluable instrument of research for anyone who is working in the field of medical history.

The volume cites about 3 800 articles and books arranged into three parts. The bulk of the citations are found in Part II (223 pages) which is a subject index arranged alphabetically. There are 145 subjects, the largest being: diseases and injuries, education, hospitals, medicine, pharmacy, psychiatry, public health and surgery. The citations under each subject are subdivided into chronological and / or geographic subheadings.

For example, the subject of medicine has a subheading " 500 AD – 1450 " in which can be found the following citations:

Haddad FS: Ibn Zuhr (Avenzoar) (11091 – 11620, *Acta Belg Hist Med* 1991 Sep; 4 (3) : 135 – 46.

Jacquart D : Remarques préliminaires à une étude comparée des traductions médicales de Gérard de Crémone. In Constamine G, ed: Traductions et traducteurs au Moyen Age. Paris: CNRS, 1989, p. 109 – 18.

Here are some examples of the citations under Surgery:

De Bakey ME: A surgical perspective. *Ann Surg* 1991 Jun; 213 (6) : 499 – 531 .

Haddad FS: Surgical firsts in Arabic medical literature. *Stud Hist Med Sc* 1986 – 7; 10 – 11 : 95 – 103.

The subject of Surgery has a subheading " Tracheal' in which can be found the following citation:

Haddad FS: Shiyraaziy on foreign bodies of the gullet. In: XXXI Congrès international d'histoire de la médecine. Bologna 1988. *Actes. Bologna*: Monduzzi Editore, 1988. p. 837 – 45.

The subject of Urology has a subheading "Lebanon" in which the following citation appears:

Rosenthal, Franz: *Knowledge Triumphant*. Leiden 1970 .

id.: State and Religion according to Abū l-Ḥasan Al-ʿĀmirī.-In: *Islamic Quarterly* 3, London 1956, pp. 42 – 52. (Reprinted in: id., *Muslim Intellectual and Social History*. London 1990. = Variorum Collected Studies Series).

Rowson, Everett K. : *A Muslim Philosopher on the Soul and Its Fate: Al-ʿĀmirī's Kitāb al-Amad ʿalā l-abad*. New Haven, Conn. 1988. = *American Oriental Series* 70.

Sardar, Ziauddin: *The Future of Muslim Civilization*. London ² 1987.

id. : *Science, Technology and Development in the Muslim World*. London 1977.

Schimmel, Annemarie: *Islamic Calligraphy*. Leiden 1970.

Schioler, T. : *Roman and Islamic Water-lifting Wheels*. Odense 1973. = Acta historica scientiarum naturalium et medicinalium. 28.

Schmeller, Hans: *Beiträge zur Geschichte der Technik in der Antike und bei den Arabern.* . Erlangen 1922. = Abhandlungen zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin. VI.

Schoeler, Gregor: Die Frage der schriftlichen oder mündlichen Überlieferung der Wissenschaften im Islam. – In: *Der Islam* 62, Berlin 1985, pp. 201 – 230.

Science in the Middle Ages. Ed. by David C. Lindberg. Chicago/London 1978.

Sezgin, Fuat: *Geschichte des arabischen Schrifttums*. I ff. , Leiden 1967 ff.

– *Shahrastānī*, Hibataddīn al-Ḥusainī: *al-Hai'a wa-l-Islām*. Nadjaf 1961.

Singer : → *A History of Technology*.

Sourdel-Thomine, J./*Spuler*, B.: *Die Kunst des Islam*. Berlin 1984.=Propyläen- Weltgeschichte. IV.

Strohmaier, Gotthard : Byzantinischer und jüdisch-islamischer Ikonoklasmus. – In: *Der byzantinische Bildersteit . Sozialökonomische Voraussetzungen- ideologische Grundlagen- geschichtliche Wirkungen*. Ed. by Irmscher. Leipzig 1980, pp. 83 – 90.

The Touch of Midas: science, values and environment in Islam and the West. Ed. by Z. Sardar. Manchester 1984.

Van der Pot , Johan Hendrik: *Die Bewertung des technischen Fortschritts*. I.II. Assen / Maastricht 1985.

Watson , Andrew M. : *Agricultural Innovation in the Early Islamic World*. The Diffusion of Crops and Farming Techniques. Cambridge 1983.

Wensinck , Arent Jan: *The Muslim Creed*. Cambridge 1932 .

White, Lynn jr. : Cultural Climate and Technological Advance in the Middle Ages. - In: *Viator* 2, 1971, pp. 171 – 201.

id. : *Medieval Religion and Technology*. Collected essays. Berkeley, Los Angeles, London 1978.

id.: *Medieval Technology and Social Change*. Oxford 1962.

id. : Was beschleunigte den technischen Fortschritt im westlichen Mittelalter? – In : *Technikgeschichte* 32, Düsseldorf 1965, pp. 201 – 220 .

Wiedemann, Eilhard: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*. Ed. by Wolfdietrich Fischer. I – II. Hildesheim, New York 1970 .

id. : *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaft*. Gesammelt und bearbeitet von Dorothea Gerke und Dieter Bischoff. I – III. Frankfort / M. 1984.

Weit, G./ *Elesseeff*, V./*Wolff*, P. : L'évolution des techniques dans le monde musulman au moyen age. – In: *Cahiers d'histoire mondiale* 6, Neuchatel 1960 – 1, pp. 15 – 44. (Also in: *Historie du developpement culturel et scientifique de l'humanité* III, Paris 1969, pp. 255 ff.) .

Hadjar, ʿAbdallāh : Die römischen Straßen in Syrien . – In : *Das Altertum* 25, Berlin 1979, pp. 88 – 92.

Hassani, A. M. : The Appearance of Scientific Naturalism in Syria and Egypt. – In : *Journal for the History of Arabic Science* 1 , Aleppo 1977, pp. 284 – 298.

Hill : → Al-Hassan .

A History of Technology. Ed. by Ch. *Singer* (a. o.). II. Oxford 1956.

Hourani, Albert: *Arabic Thought in the Liberal Age* 1798 – 1939. Oxford 1962. (Repr. 1970).

Iliyas, Mohammed: *A Modern Guide to Astronomical Calculations of Islamic Calendar, Times & Qibla*. Kuala Lumpur 1984.

Ipşiroglu, M. S. : *Das Bild im Islam . Ein Verbot und seine Folgen*. Wien–Munich 1971.

Izutsu, Toshihiko: *The Concept of Belief in Islamic Theology*. Tokyo 1965. = *Studies* in the Humanities and Social Relations. VI.

Khalidi, Tarif: The Idea of Progress in Classical Islam. – In: *Journal of Near Eastern Studies* 40, 1981, pp. 277 – 289.

Krafft, Fritz: Die Stellung der Technik zur Naturwissenschaft in Antike und Neuzeit. – In: *Technikgeschichte* 37, Düsseldorf 1970, pp. 189 – 209.

Kühnel, Ernst: : *Die Kunst des Islam*. Stuttgart 1962.

Löwith, Karl: *Weltgeschichte und Heilsgeschehen*. Stuttgart³ 1953.

Lombard, Maurice : *The Golden Age of Islam*. Amsterdam (a. o.) 1975. = *North* – Holland Medieval Translations. 2 .

Madelung, Wilferd : Early Sunni Doctrine Concerning Faith as Reflected in *the Kitāb al - īmān of Abū ʿUbayd al - Qāsim B. Sallām (D. 224 / 839)* . In : *Studia Islamica* 32, Paris 1970, pp. 233 – 254.

Maula, Erkka J. . Islamic Science Revisiting: some vestiges of hope. – *In*: *International Conference on Science in Islamic Polity*. Papers presented II, Islamabad 1983, pp. 268 – 279.

Meier, Christian: Ein antikes Äquivalent des Fortschrittsgedankens. Das " Können -Bewußtsein" des 5. Jahrhunderts v. Chr. – In: *Historische Zeitschrift* 226, Munich 1978, pp. 265 – 315.

Nasr, Seyyed Hossein: *The Encounter of Man and Nature*. London 1968.

id. . Islam and Modern Science. – In: *Islam and Contemporary Society*. London and New York 1982, pp. 117 – 190.

id. : *Science and Civilization in Islam*. With a preface by Giorgio di Santillana. Cambridge, Mass. 1968. (Repr. 1987).

Needham, Joseph . Mechanistic Biology and the Religious Consciousness. – In : *Science , Religion and Reality*. Ed. by J. Needham. London 1925, pp. 219 – 257.

id. : *Science and Civilization in China*. I ff. Cambridge 1954 ff.

Paret, Rudi : Die Entstehung des islamischen Bilderverbots. – In : *Kunst des Orients* 11, 1976 – 7, pp. 158 – 181.

Pauly- Wissowa: *Real-Encyclopädie der classischen Altertumswissenschaft*. Stuttgart 1894 ff.

Qaisar, Ahsan Jan: On the Definition of a " Muslim Scientist " and the Parameter of his Role within the Ummah. – In: *International Conference on Science in Islamic Polity*. papers presented II, Islamabad 1983, pp. 236 – 244.

Renan, Ernest: *Der Islam und die Wissenschaften*. Basel 1883.

Bibliography

ᶜAbdus Salam, Mohammed: Role and Development of Science and Technology in the Islamic World. *In : International Conference on Science in Islamic Polity*. Papers presented. Scientific and Technological Potential and its Development in the Muslim World. II. Islamabad 1983, pp. 115 – 131 .

Abū Ḥātim ar-Rāzī: *Aᶜlām an-nubūwa*. Ed. Salah Al-Sawy. Teheran 1970.

Akiyama, Toshiyuki : *Islamic Perspectives on Science and Technology*. An Essay on Interrelations Between Science and Technology in Islam. Niigata 1988. = The Institute of Middle Eastern Studies [= IMES]. International University of Japan. Working papers series no. 13.

Al-Hassan, Ahmad Y./*Hill*, Donald R. : *Islamic Technology*. An illustrated history. Cambridge (etc.) 1986. (With bibliography).

ᶜĀmirī, Abū l–*Ḥassan* Muḥammad: *Kitāb al-Iᶜlām bi-manāqib al-Islām*. Ed. Aḥmad ᶜAbdalḥamīd Ghurāb. Cairo 1967.

Benz, Ernst: *Evolution and Christian Hope*. Garden City 1966.

id. : Fondamenti cristiani della tecnica occidentale. – *In*: *Tecnica e casistica*. Ed. Enrico Castelli . Roma 1964, pp. 241 – 263.

Bianca, Stefano: *Architektur und Lebensform im islamischen Stadtwesen*. Zürich 1975.

Butt, Nasim: *Science and Muslim Societies*. London 1991.

Christides, V. : Naval Warfare in the Eastern Mediterranean (6–14 th centuries). – *In: Graeco-Arabica* 3, Athens 1984, pp. 137 – 148.

Daiber, Hans: Abū Ḥātim ar-Rāzī (10th century A. D.) on the Unity and Diversity of Religions. – In: *Dialogue and Syncretism*. An Interdisciplinary Approach. Ed. by J. Gort, H.Vroom (a.o.) Grand Rapids, Michigan/Amsterdam 1989, pp. 87 – 104 .

id. : Anfänge und Entstehung der Wissenschaft im Islam . –In: *Saeculum* 29, *München/Freiburg* 1978, pp. 356 – 366. English version: The Qur'ān as Stimulus of Science in Early Islam. – In: *International Conference on Science in Islamic Polity*. Papers presented. Islamic Scientific Thought and Muslim Achievements in *Science* I, Islamabad 1983, pp. 122 – 130. – Also in: *Islamic Thought & Scientific Creativity* 2 / 2, Islamabad 1991, pp. 29 – 42.

id. : Semitische Sprachen als Kulturvermittler zwischen Antike und Mittelalter. Stand und Aufgaben der Forschung. – In: *Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft* 136, Wiesbaden 1986, pp. 292 – 313.

– *Dārimī*: *Sunan* Ed. by Dahmān. I – II. (Without date and place).

Djidᶜūn, Fahmi: *Usus at-taqaddumᶜind mufakkirīl-Islām fil -ᶜālam al-ᶜarabīl-ḥadīth*. Beirut 1979 .

Dodds, E. R. : *The Ancient Concept of Progress*. Oxford 1973.

EI¹ = *Enzyklopaedie des Islam*. I – IV and suppl. Leiden 1913 – 1938.

EI² = *Encyclopaedia of Islam*. 1ff. Leiden/London 1960 ff.

Elena, Alberto: Westwards or Eastwards? Reconsidering the Decline of Islamic Science. – In: *Proceedings of the 4th International Symposium for the History of Arabic Science* (Aleppo 21 – 25 April 1987). [In print].

Enderwitz, Susanne : *Gesellschaftlicher Rang und ethnische Legitimation*. Freiburg 1979. = *Islamkundliche* Untersuchungen. 52 .

Endress , Gerhard : Handschriftenkunde. – In : *Grundriß der arabischen Philologie*. 1. Ed. by Wolfdietrich Fischer. Wiesbaden 1982, pp. 271 – 315 .

Forbes, R. J. : *Man the Maker*. New York 1950.

Von Grunebaum, Gustav Edmund: *Der Islam im Mittelalter*. *Zunrich*/Stuttgart 1963.

Haarmann, Ulrich: Islamic Duties in History. – In: *Moslem World* 68, 1978, pp. 1 – 24.

This is an attempt by a Muslim physicist of the 20th century to understand science and technology in Islam not only as an expression of the wisdom of God, not only as the rehearsal of a glorious past which is claimed to be equal or even superior to Western science and technology[93] but also as a part of the universal development of science and technology for the benefit of mankind. Islamic religion has again become a motivating force for science and technological development; it can contribute to the formation of moral consciousness, although it does not determine the contents and methods of science and technology[94].

Contrary to what has been maintained by some fundamentalists of modern Islam[95], religion and science or technology do not form an integrated whole with regard to contents and method. Such an assumption necessarily leads to a recently expounded[96] postulate of a universal "macro-paradigmatic" Islamic worldview, of a "holistic system", within which a science is developed which is not any more in conflict with Islam, with religion and its ethics. Such an harmony of Islam and science can be found in the beginning of the history of Islamic science-in so far as we can find " the Qur'ān as stimulus of science in early Islam"[97]. Its contents and methods, however, are developed primarily from within science, which thus found its own identity, received its own rights and became an equal partner of religion. This partnership means mutual dependence and exchange of roles.

The mentioned exchange of roles between Islam and science has a parallel in the history of cultures and their relations to each other: examples are Islam and Europe in the Middle Ages and on the whole permanent worldwide interactions of cultures in modern time. A participant of this interaction continues to be Islam and its cultural heritage.

93. Cf. *Qaisar* (a Muslim scholar); *Maula* (esp. pp. 273f.).
94. This correct view can also be found in the already mentioned article by Qaisar (pp. 242f.).
95. Cf. e. g. *ash-Shahrastānī* (born 1883); *Sardar*, *Science* (esp. pp. 29ff.); id., *Future*; *The Touch of Midas and a Japanese sympathizer*. *Toshiyuki Akiyama*, *Islamic Perspectives*. esp. pp. 43ff.
96. → *Butt*, *Science and Muslim Societies*, esp. pp. 37ff.
97. *This* is the title of my article in Islamic Thought & Scientific Creativity 2/2, Islamabad 1991, pp. 29 – 42.

forms part of economic and religious history and opens a chapter in the conquest of human freedom[85].

After A. D. 1100 science and technology in the Islamic world show the the first signs of stagnation; historians of science speak of " decline ". We should, however, be cautious in the use of such a terminology. Islamic culture seemed to be declining because somewhere else, in medieval Europe, scientific- technological progress was occuring. Yet this very progress was partly based on the preceding progress in Islam. Islam contributed to the development of mankind, even if its achievements have been replaced by new scientific findings, methods and interests. Moreover, we should realize that even those periods of Islamic culture, which have been classified by historians as periods of decline , have contributed to scientific progress[86]. The European Middle Ages took over the Islamic heritage[87]. But in Islam we cannot find a comprehensive connection between the theoretical study of nature and technology, as could be found much more in Europe[88]. Technological progress could not keep pace with the theoretical knowledge of nature . This finally led to the stagnation of sciences in classical Islam where after 1100 A. D. traditionalism and isolation increasingly impeded unprejudiced research; religious dogma more and more determined and limited the aims of scientific research. Research in nature for nature's sake was not fully developed and on the contrary was replaced more and more by religious teleology .

What is the situation in the modern Islamic world where modern technology has been introduced? The Pakistani Nobel Prize-winner Mohammed ᶜAbdus Salam in his already mentioned paper from 1983[89] , points to the necessity for cooperation between science and technology in Islamic countries . A prerequisite is committed , unprejudiced and guaranteed protection for scientific research which administers itself and which is internationally orientated[90] . Individual scientists engaged in research have to keep to the obligations of Koran and Sunna, in which they are invited to reflect on nature and its technological control[91] . Science gives us insight into the world and the plan of Allah, promotes material wealth and is in its universality a means to the cooperation of all mankind and especially the Arab and Islamic nations[92].

85. Cf. *White, Medieval Religion* p. 22.
86. This is indicated in a paper by Elena.
87. Cf. *White, Medieval Religion* p. 85 and the volume on *Science in the Middle Ages*, ch. 1 – 2.
88. Cf. *White Medieval Religion* p. 227.
89. → abov n. 30.
90. *ᶜAbdus Salam* p. 125.
91. *ᶜAbdus Salam* pp. 124f.; cf. above n. 30.
92. *ᶜAbdus Salam* p. 127 .

Muslim victory in the Crusades[77]. From the time of Saladin in the 6th/12th century gun-powder, originally a Chinese invention, seems to have been used more and more in incendiary bullets and grenades, wreaking terrible havoc[78]. At the same time canons were introduced; we find them at the beginning of the 7th/13th century in North-Africa and Spain. The Mamluks used them with much success against the Mongols in the 7th–8th/13th – 14th century[79]. Gun-powder and canon reached Europe via Spain.

An important weapon which was developed and successfully used by the Arabs was the ship. Ships played an essential role in trade and war[80]. They guaranteed connections between separate parts of the Islamic empire; perhaps even in the 3rd/9th century[81] and certainly from the 7th / 13th century on seamen could use the magnetic compass[82]. – Loanwords like "corvette" (from *ghurāb* " raven ") or French " challand " (from *shallandī*), a scow or flat-bottomed ship for cargo transport, remind us of this glorious past of Arabic ship-building[83].

We have reached the end of our survey. We have seen that nearly all the religious duties of Islam, shahāda , ṣalāt , ṣawm , ḥadj and djihād[84], have encouraged scientific-technological activities and integrated them into a simultaneous contemplative and activistic notion of belief ; religion inspires to knowledge and action, but sometimes-as history shows-it has determined and limited knowledge and action to the detriment of scientific and technological progress. In this the technology of Islam dœs not differ from technology in the European Middle Ages. In both cases technology

77. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 106ff.

78. Cf. *Al-Hassan - Hill* pp. 115ff. – On the history of gunpowder which is not yet clear, cf. *White, Medieval Technology* pp. 96ff. However, according to *Needham, Science V*/7 (Military Technology: the Gunpowder Epic), 1986, pp. 39ff. the use of gunpowder during the Crusades cannot be proved with certainty ; possibly the Arabs took over the Chinese technique of gunpowder fabrication from Mongols in the 6th/ 12th century (pp. 63 and 573 f.); already around 900 A. D. Arabs themselves transmitted to the Chinese the fabrication of "Greek fire " resp. of " destillated petroleum ": cf. pp. 80, 86 and 92.

79. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 112ff.

80. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 123ff.; Christides.

81. One single piece of evidence from the 3rd/9th century (A. D. 854) is mentioned by *Wiedemann, Aufsätze* I p. 37. The majority of Islamic evidences, however, is late: cf. besides *Needham* (→ the following note) also *Wiedemann, Gesammelte Schriften* I pp. 102f.; 282 ; II p. 883; III pp. 12037; 1041 and 1107.

82. Cf. *Al-Hassan/Hill* p. 129. – It is not yet clear whether the Arabs have invented the compass independently from the Chinese: cf. *Needham, Science IV*/1 (1962), pp. 245ff. – *Simultaneously* the Arabs had a deep interest in cartography and cosmography which both have their roots in the Hellenistic-Greek world: cf. art *Kharīṭa, Djughrāfyā* in EI².

83. Cf. *Al-Hassan/Hill* p. 130.

84. Cf. on them Haarmann.

in mosques or tombs of Islamic saints and later sometimes even in Christian churches of the Middle Ages[66] The technique of spinning with a spinning wheel was already known to the Arabs at least before the 4th/10th century and entered medieval Europe before the 7th/13th century[67].

A recently published illustrated history of Islamic technology – the first of its kind[68] – has with good reasons classified Islamic religion as the main impulse behind the rise of sciences in Islam; econmoical wealth and the demand for science and technology go together and are able to overcome destructive religious-political fanatism such as that, which has often determined the history of post-classical Islam since the 16th century[69]. Science and technology in Islam were inspired by religion as long as this conformed to the political and economical interests of Islam. This harmony guaranteed a certain freedom of scientific-technical creativity.

We can realize this even in the history of war, especially of the Holy War, the *djihād*. The conquests of Spain and Asia Minor and above all the Crusades from the end of the 5th/11th to the 7th/13th century required technological developments in warfare. These also turned out to be important for the Mamluks whose empire included many peoples and who at least initially feared Mongol invasions[70]. The defence and internal consolidation of the Muslim empire demanded the refinement and development of weapons. Famous were the swords from the Yemen and from Damascus; steel and iron were of high quality[71]. Cross-bows[72] and machines of warfare turned out to be very impressive[73]. Towns were fortified and frontier fortifications were built[74]. From the beginning of Islamic history incendiary bullets were used and developed into a dangerous weapon. It seems that from the 4th/10th or 5th/11th century on the Arabs were using salpetre and oil[75] gained by destillation[76]. This may have been decisive for the

66. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 182f.
67. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 85f.
68. Till now only short surveys by *Forbes* (pp. 93 – 102) and *Wiet/Elesseef/Wolf* have been available.
69. *Al-Hassan/Hill* p. 282.
70. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 93 ff.
71. On the production of metals in the Islamic empire cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 233 ff.
72. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 98f.
73. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 99ff.
74. Cf. *Al-Hassan /Hill* pp. 102ff.
75. On the production and application of oil cf. Al-*Hassan/Hill* pp. 144 ff.
76. Here, Islamic chemistry had reached a high standard. On the etymology (Chinese chien → Greek chêmeia → Arabic *al-kimiyā'* → "chemistry") cf. *Needham*, *Science* V/4 pp. 346ff. – Destillation had also been used for the production of medical preparations and of alcohol (for medical aims), perfums, rosewater or etheric oils: cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 138 ff. – A precondition for the mass production of chemistry as well as for the refining of sugar and the production of syrup (from Arabic *sharāb*; an Arabic invention → *Forbes* pp. 99 ff.; *Al-Hassan/Hill* pp. 220 – 222) were pots and holders of good quality; their fabrication had become an important branch of industry: cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 160 – 170.

of ancient Egyptian and Graeco - Roman irrigation techniques[52] were essential for more than merely the agricultural revolution in the Eastern part of the Islamic empire during the 5th–11th century[53].

Because Islamic belief dœs not allow any pictures of living beings or of God[54], Islamic artistic expression was concentrated on architecture and on the interior design of mosques[55]. Here, the artist became a transmitter of old and new methods; his growing reputation changed his social position from slave to free artisan[56]. He decorated mosquewalls with ornaments- a typical Islamic mural decoration, which used Hellenistic elements, is the arabesque - and with ornamental script reproducing single Suras of the Koran. The artisan used ceramic techniques[57] and decorations like mosaics made from coloured stones and glass[58], a legacy from Byzantine artists who had been invited by the Omayyads to Damascus and later to Cordoba[59]. Mosque decoration reproducing Koranic Suras led to the appearance of artistically fashioned handwriting, to calligraphy[60]. The same concern for beauty can be found in the design of the Koran, its script, the use of various inks[61] and the leather binding[62]. The artist based his work on geometrical structures. These he could learn from numerous works by Islamic mathematicians who commented on ancient works belonging to this field[63].

Even the cotton and silk industries which from the beginning played an important role in the Islamic empire and entered Europe via Spain[64], profited from religious art. Famous are prayer-rugs[65] and silk covers used

52. Cf. *Schioler* and EI² V (1986), pp. 859 – 889 (art *mā'*). – On Islamic technical literature about waterwheels, wells and water-pipes cf. *Schmeller* and *Al-Hassan / Hill*.
53. Cf. *Al-Hassan / Hill* pp. 303 ff. and *Watson*.
54. Cf. *Ipşiroglu*; *Paret*; *Strohmaier*.
55. Cf. *Bianca* pp. 121 ff.
56. Cf. *Brian Stock, Science, Technology and Economic Progress in the Middle Ages*, in: *Science in the Middle Ages* p. 31. – The social status of the artist improved thanks to the social developments of the 2nd / 8 th and 3rd / 9th century, the revolts of farmers, slaves and poor towndwellers; these culminated in the 4th / 10th century in the Qarmatian movement, in which high estimation of manual labour and art led to the organisation of guilds: cf. *Lombard* pp. 51 ff. and on the role of slaves in the Islamic world ib. pp. 194 ff.
57. Cf. *Al-Hassan / Hill* pp. 160ff. ; *Lombard* p. 188.
58. On glass mosaics cf. *Al-Hassan / Hill* p. 156.
59. Cf. *Lombard* pp. 187 f.
60. Cf. e. g. *Schimmel*.
61. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 170 ff.
62. See above n. 38.
63. E. g. Abū l – Wafā' al-Būzadjānī (A. D. 940 – 997 or 998) wrote a book "*On Geometrical Constructions which are required by the Artisan*" (Sezgin V [1974] p. 324).
64. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 179ff.
65. Cf. art. *Sadjdjāda* in EI¹ IV (1934) pp. 48 – 52. – On the technique of carpet fabrication → *Al-Hassan/Hill* pp. 271ff. and on the production of natural colours pp. 174 – 176.

ledge and satisfy their curiosity[39]. The Arabs developed a religious interest in many Greek sciences which were mostly transmitted to them in translations by Christians of the 2nd-3rd / 8th–9th century[40] ; Islamic astronomers studied Hellenistic trigonometry[41], and used their own observations to refine the Hellenistic astrolabe[42] and Hellenistic astronomical mathematics. This enabled Muslims to solve problems of measuring time: the determination of time and place had a practical importance for the regulation of prayers, Ramaḍān and the qibla[43]. We should not forget that this sometimes appeared to be difficult in a huge empire with a multiplicity of trade relations extending as far as China.

To further these trade relations and during their conquests the Muslims built roads or repaired existing ones like those of the ancient Romans in the Middle East[44]. Roads were important not only for trade[45], but also for the ḥajj to Mecca. The exchange of ideas between people and cultures could profit very much from them[46].

Commercial relations in the Islamic empire[47] led to economic wealth. This enabled caliphs and patrons of learning and culture to finance the cultivation of sciences, religion and art. Mosques were built, monasteries for Sufis, schools and hospitals[48]. In the building of mosques a style of architecture was developed which in its technique of arches and domes[49] partially followed and old - Iranian model and in turn influenced the Gothic arch of medieval churches[50]. The mosques required a watersupply[51], to enable the praying Muslim to fulfill the ritual prescriptions for cleanliness; thus special techniques for transporting water had to be evolved. The technology concerned, including the underground channels (qanāt) became important both for religion and for irrigation. The adaption and refinement

39. For more details cf. *Daiber, Anfänge* p. 363f. and id., *Semitische Sprachen.*

40. For this purpose the caliph al-Ma'mūn (A. D. 813 – 833) organized in Baghdad an " academy " of translators (*bayt al-ḥikma* " House of wisdom ").

41. Cf. *Sezgin* VI (1978) and V (1974) on astronomy and mathematics respectively.

42. On the history of the astrolabe in the Arabic and Latin Middle Ages cf. White, *Medieval Technology* pp. 122f.; Willy Hartner, art. *Asṭurlāb* in: EI² I pp. 722 – 728.

43. Cf. *Al-Hassan* / Hill p. 26; Ilyas.

44. Cf. *A History of Technology* II pp. 497 f.; 524; Pauly - Wissowa 2nd ser., 4. vol. (1932), col. 1645 – 1680 (art Syrien, § 14); Hadjar.

45. Cf. *Watson*, esp. ch. 18 .

46. Cf. *Al-Hassan* / Hill p. 78.

47. Cf. *Lombard* ch. 9.

48. Cf. the survey by *Sourdel-Thomine* / *Spuler* and the introduction pp. 78 ff.

49. Cf. *Al-Hassan* / *Hill* pp. 73 ff.

50. Cf. *Al-Hassan* / *Hill* p. 34 .

51. Cf. *Al-Hassan* / *Hill* p. 45.

physics, Mohammed ʿAbdus Salam referred in 1983 to this Sura in his paper on the Role and Development of Science and Technology in the Islamic World[30].

The relation of science and technology to Islamic religion is likewise stressed by the 4th/10th century Khorasani scholar Abū l-Ḥasan Muḥammad al-ʿ miri in his monograph on the moral superiority of Islam (manāqib al-Islām)[31]. He ranks technology among the sciences and classifies it , in ti'caccordance with Aristotle, as part of mathematics (together with arithme -geometry, astronomy and music)[32].

Here it is our task to look at the reality of history and to examine whether a relation exists between Islamic religion and science and technolo gy, and if so , how it exists. As we have seen , the acquisition and oral or written[33] transmission of knowledge was a central ideal of early Islam. It started with the Koran and with allied sciences and continued with religious legal knowledge and various " Islamic sciences "[34]. Therefore it is no mere accident that in the middle of the 2nd/8th century, the paper, originally a Chinese invention (around 100 A. D.)[35], found its way to the Islamic empire . After the battle near the river Talas (133/751) the technique of papermaking was taken over from Chinese prisoners; the first paper-mill was built in Samarqand[36]. The fabrication of paper was essential for the transmission of sciences in Islam and in the Middle Ages . An impressive witness to scientific activity are millions of manuscripts which were copied in the Islamic empire; this continued even after the introduction of printing in the 18th/19th century[37]. The handwritten book sometimes ingeniously illustrated with miniatures and skilfully bound in leather[38] attracted much attention. It was possible to register and study religious-traditional knowledge and even foreign sciences in translations from the 2nd-3rd/8th–9th century on. The translations include books on philosophy and texts for practical use or such as would quench Muslim conquerors' thirst for know -

30. See bibliography.
31. *Kitāb al-Iʿlām* p. 91,7f./English translation by *Al-Hassan/Hill* pp. 263f. – On the book cf. *Rosenthal, State and Religion*; *Rowson, A Muslim Philosopher* pp. 8f.
32. The Aristotelian conception was criticized by Galilei in the 16th century: → Krafft pp. 189ff.
33. On the simultaneity of both kinds of transmission in early Islam cf. Schœler.
34. Cf. *Daiber, Anfänge.*
35. *Cf. Needham, Science* V/1 (1985) pp. 1 ff.; 296ff.
36. Cf. *Al-Hassan / Hill* pp. 190ff.; *Lombard* pp. 191 ff. – From the midst of the 5/11th century paper was being imported in Byzantium from the Islamic countries: → White *Medieval Religion* p. 226. – On the water-mills, which date back to classical times and on the less frequent wind-mills in Islam (required for the fabrication of flour, sugar and paper) cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 52ff.; 213 ff. and the index, under " mill".
37. Cf. *Endress* pp. 271 ff; 291 ff .
38. Cf. *Al-Hassan / Hill* p. 200; *Kühnel*, index, under " Bucheinband", " Buchillumi-nation ".

Lynn White seven years later[19]. White correctly relates the progress of sciences to " some degree of respect for manual labor...., along with activism "[20]; but he states that progress is to be found more in the medieval West than in the East, Byzantium and Islam[21]. Although " for nearly 500 years the world's greatest scientists wrote in Arabic yet a flourishing science contributed nothing to the slow advance of technology in Islam "[22].

White's opinion requires some revision. Is it correct to speak of contemplative tendencies in Islam as an obstacle to technological progress? Was religion in Islam a hindrance to the development of science and technology? A modern notion of progress, which has its roots in the Enlightenment of the 17 / 18th century, seems to be used as a criterion by many historians of science. However, we must differentiate. The idea of progress in Islam, as in antiquity[23], can be characterized as consciousness of man's ability, life and acting and is not related to the change of contents; it is not related to humanity and society[24]. Nevertheless, the modern historian of sciences cannot but include Islamic sciences in the history of progress of mankind. The religion of Islam has not simply been an obstacle to science and technology. On the contrary, it appears to have been an important stimulus.

The scientific formation of early Islamic culture started with the study of Koran, tradition and law; later it received decisive inspirations especially from Hellenistic - Greek culture. It culminated in original contributions in the fields of language and thought, philology and logic, single fields of Philosophy and natural sciences[25]. Already in early traditions Muslims are advised to acquire knowledge in all fields[26]; moreover, religious tradition[27] and the Sunni ideal of belief[28] recommend linking knowledge with action, ᶜilm with ᶜamal. This has been of great importance for scientific thought and action, which could refer to the Koran, Sura 45, 12 – 13[29]. According to this Sura God has given to man the sea at his disposal and also everything in heaven and on earth. The Pakistani Nobel prize-winner of

19. *Cultural Climate*; cf. id., *Medieval Religion* pp. 217 – 253, esp. pp. 235ff.
20. *Medieval Religion* p. 241. – On the positive Jewish -Christian-medieval attitude towards labour cf. also White, Was beschleunigte den technischen Fortschirtt pp. 214ff.
21. *White, Medieval Religion* p. 224; cf. also id., *Was beschleunigte den technischen Fortschritt* pp. 217ff.
22. *White, Medieval Religion* p. 227.
23. Cf. *Dodds*; Meier and on the evaluation of technical progress Van der Pot.
24. Cf. *Khalidi*; Enderwitz pp. 137f. and 224f.; on the modern time Djidᶜān.
25. Cf. *Daiber, Anfänge*; Brian Stock in: *Science in the Middle Ages* pp. 11 ff.
26. Cf. *Rosenthal, Knowledge* pp. 70ff. – On the scholar in Islam as " a normative model of human nature and acting" see von Grunebaum pp. 310ff.
27. Cf. *ad-Dārimī* (died 255/868), *Sunan* I p. 106.
28. Cf. *Wensinck*; *Izutsu*; *Madelung*; *Rosenthal, Knowledge* pp. 240ff.
29. Cf. also *Sura* 2,164 (159); 3,190 (187) – 191 (188); van der Pot I pp. 501f.

book on chemistry (published 1980)[13] he rejects Nasr's restriction of true science to Islamic science. Needham prefers to classify Islamic science as part of the history of sciences of mankind. The forms of human experience are similar everywhere; Islamic natural sciences are not separate from the progressive movement of natural sciences common to all mankind. Not religion, nor the sacralization of nature offers a synthesis of all forms of experiences, but " the existential activity of individual human beings dominated by ethics" (p. XL). Everyone who studies nature as if nature were profane will on the whole be more respectful of divine wisdom[14]. Islamic wisdom has not been able to avoid inhumanity in the modern Islamic world, whereas modern science has contributed to the welfare of mankind.

Needham is historian of sciences who is persuaded that every traditional system is interesting not only in itself but also in relation to our present-day pattern of ideas[15], he has been called a marxist and Christian, a biologist and historian[16]. According to him all cultures in all times have contributed to scientific knowledge. This enables him to view the whole history of science as relevant to the present time. Such a view can contribute to the development of ethical notions in existential actions. The idea of history as development, as continuity and universality of sciences and technology Needham illustrates in the following manner, including a quotation from the New testament, Acts 2,9: " (Islamic science) was part ,I should want to maintain, of all human scientific enterpise, in which there is neither Greek nor Jew, neither Hindu nor Han. ' Parthians, Medes and Elamites, and the dwellers in Mesopotamia and in Judaea and Cappadocia, in Pontus and Asia ... and the parts of Libya about Cyrene... we do hear them speak in our tongues the marvellous works of God' "[17]. Scientific progress according to Needham, is not the result of the unfolding of God's wisdom. Science is universal; it is not a legacy of Christianity.

Contrary to this thesis the German theologian Ernst Benz maintained in 1964 that technological progress in Europe has its roots in Christian belief[18]. This was criticised but not completely rejected by the historian

13. Vol. V/4, pp. XXXVIII – XLI.
14. *Needdham, Science* V/4 p. XL, referring to a remark by Giorgio di Santillana in his introduction to Nasr, Science p. XII .
15. *Needham, Science* V/4 p. XLI; cf. III (1959) p. XLII midth.
16. White, *Medieval Religion* p. XCII. On the philosophical biologism of Needham, who proceeds from a biologistically interpreted conception of a universal active intellect, cf. his article Mechanistic Biology .
17. *Needham, Science* V/4 p. XXXIX; cf. also IV/1 (1962) p. XXXI and V/5 (1983) pp. XXVIIf., where Needham disassociates himself from Oswald Spengler's view of sciences in different cultures as "separate and irreconcilable works of art." .
18. *Fondamenti cristiani della tecnica occidentale*. Cf. *Benz, Evolution* pp. 121 – 142: " The Christian Expectation of the End of Time and the Idea of Technical Progress".

a higher form of civilization; and besides this, religion restricts the dominion of reason , because mankind requires the refuge of phantasy and has hopes which cannot be satisfied by philosophy and the exact sciences.

We are reminded here of the German writer Gotthold Ephraim Lessing who in his " Education of mankind " from the year 1780[10] identified the morality prescribed by reason with the transcendental truth of all religions. Religion appears in Afghānī's criticism mainly as a factor which inspires human phantasy more than human reason and which can stimulate hopes and aspire mankind to new actions.

Afghānī did not develop these interesting ideas. The relation of religion to philosophy and the exact sciences is not explained sufficiently. Afghānī's classification of religion as something required by human phantasy which is not satisfied by reason, contradicts to some extent his description of religion as being in conflict with philosophy and exact sciences.

For this dilemma the Iranian scholar Seyyed Hossein Nasr offered a solution 85 years later in his book Science and Civilization in Islam (published 1968 and reprinted 1987). According to Nasr the fact that modern science could not develop in Islam is not a sign of decadence; it is a result of the Islamic idea of science: knowledge in Islam is not secular knowledge and differs from what modern science conceived to be the ultimate goal of human existence[11]. History of science is not only the progressive accumulation of techniques and the refinement of quantitative methods in the study of nature; science is not primarily evolution but the unfolding of divine wisdom in which all sciences have their place, serving mystical theology as the highest form of human experience. Starting from this notion of science, which criticizes modern natural sciences as a development of nature, Nasr is able to present a positive view of sciences in Islam ; these cannot be evaluated with the criteria of modern science. According to Nasr sciences, including sciences in Islam , are not only useful but above all aim " to relate the corporeal world to its basic spiritual principle through the knowledge of those symbols which unite the various orders of reality"[12].

This estimation of Islamic wisdom as superior to modern science has inspired the historian Joseph Needham to critical remarks in his monumental work on Science and Civilization in China; in the introduction to his

10. This is pointed out by the German translator of the Renan-Afghānī-dispute (p. 35, note); on Lessing cf. Löwith pp. 190ff. - An Islamic forerunner from the 4/10th century is the Ismaili scholar Abū Ḥātim ar-Rāzī who in his book on "The Proofs of Prophecy" (Aʿlām an-nubūwa) propounded the thesis of the transcendental unity of religions and their different forms. (→ Daiber, Abū Ḥātim ar-Rāzī pp. 95 ff.).

11. Cf. *Nasr, Encounter* p. 97 and id., *Islam and Modern Science* .

12. See *Nasr, Science* p. 40 .

not distinguish between the divine and the world of experience. Furthermore, he considered European science as heresy, because it adhered to the principle of invariability of the laws of nature. In Renan's opinion science and reason are identical, form the only way to " military", " economic " and " social " superiority and lead to " justice " , " human love " and " freedom " .

These explanations by Renan were strongly criticised by Djamâladdīn al-Afghānī (1839 – 1897). Al-Afghānī was in Paris when Renan gave his paper, and he published his answer shortly afterwards, on 18 May 1883, in the Journal des débats. Al-Afghānī admitted that Islamic religion in history appeared to be an enemy of science and progress; he expressed, however, the hope that in future Islam would be free from the dominion and control of religion. Christianity had been successful in its struggle against control by religion - apart from the heads of the Catholic Church, who still strive to rule over science[5]. Afghānī doubted , however , Renan's view of Arabic science as being only Hellenistic-Sassanian science expressed in the Arabic language . According to him the Arabs had developed the transmitted sciences , improved and accomplished them. Even the Arabs' interest in Aristotle is evidence of their intellectual superiority and their natural sympathy for philosophy[6].

Afghānī is giving us here a correct evaluation of the role of Islam. However, in his opinion a reconciliation between religion and philosophy or sciences is not possible[7]; neither religion nor free thought would be victorious. Science too could not completely satisfy mankind , with its longing for ideals and special liking for floating in dark and remote regions beyond the reach of philosophers and scholars[8].

Afghānī's criticism sparked off a short reaction by Renan which in fact adds no new ideas . It emerges that the two scholars differ mainly on one point, namely on the classification of religion. According to Renan religion is something individual; in the opinion of Afghānī every religion, Islamic, Christian or heathen, is an infinite field for the " hopes of mankind, of the nations " which is following the " advice " and the orders of their divine "educator ", which have abandoned the state of barbarism and which advanced to a higher civilization and cultural behaviour[9]. Contrary to Renan, Afghānī dœs not regard religion only as the enemy of science, although history sometimes gives us this impression. Like reason religion educates to

5. Printed in the appendix to Renan, *Der Islam* p. 36.
6. Appendix to Renan, *Der Islam* p. 38 .
7. Appendix to Renan, *Der Islam* p. 41.
8. Appendix zu Renan, *Der Islam* p. 42 .
9. Appendix to Renan, *Der Islam* p. 35 .

Science and Technology versus Islam. A controversy from Renan and Afghānī to Nasr and Needham and its historical background

HANS DAIBER*

In the past historians of science often gave the impression that Islam was an obstacle to the development of sciences and technology. They referred us to the contemplative character of Islam and to its fatalistic tendency, which runs counter to every belief in progress.

This prejudice has a long history; it has its roots in Christian polemics against Islam during the middle ages and received new impetus during the period of Enlightenment from the 17th to the 19th century . European achievements in science and technology were contrasted with the contemporary deplorable state of affairs in Islamic countries.

An eloquent example of this negative attitude to Islamic science is a paper, which the French orientalist Enrest Renan gave at the Sorbonne in Paris on 29 March 1883[1]. Renan was deeply influenced by the rationalism of his time and considered religion as a main obstacle to the rise of sciences in Islam. Scientific achievements of the early Arabs should be ascribed to Nestorian Christians[2], while the rationalism of Islam was in reality Graeco-Sassanian and was implanted in the Latin Occident before it disappeared in the East[3]. Islamic religion was an enemy of sciences and philosophy.

Renan based this negative view of Islam on his view of religion in general . Here , he was influenced by the Enlightenment; religion consoles people and helps the weak . Renan[4] referred to the contemporary Egyptian scholar Rifāʿa Bey aṭ-Ṭahṭāwī (1801 – 1873), who according to him did

* Paper given at the Fourth International Symposium for the History of Arabic Science, Aleppo, April, 1987.

1. *L'Islam et la science.* A German translation (Der Islam und die Wissenschaften) was published in 1883 in Basel, together with a critique by Djamâladdin al-Afghānī and an answer by Renan. The dispute is commented on by Hourani pp. 120 ff.; cf. also A.M. Hassani pp. 295 f.
2. Renan, *Der Islam* pp. 12f.
3. Renan p. 16.
4. pp. 23f.

the finitude of the universe). However, it is not surprising that there was an indirect feedback into mathematics, from this application of mathematics into physics, as usually occured in the history of both disciplines.

We notice that al-Kindī proved mathematical theormes (Thesis I – IV of (8)) about finite and infinite magnitudes using intuitive axioms, whose consistency he proved by giving simple geometrical models; a method which is used in modern mathematical logic.

Although he reached a contradiction by assuming the existence of infinite magnitudes, we must give him credit for the fact that he used axioms derived from the common mathematical praxis to guard himself against inconsistency. He also extended finitistic arguments to the infinite. He did not give a complete axiom system for the kind of arithmetic he introduced, but he realized that in order to establish such an arithmetic he had to use Euclid's method .

In another article (4) , we have shown that al-Kindī arrived at a contradiction because of the introduction of infinity in geometry. We could call this the paradox of the infinite in geometry. We shall compare both paradoxes of the infinite in another article.

The resolution of the former paradox of the infinite needs set theory (more exactly, ordinal arithmetic), whereas the resolution of the latter anticipates non-euclidean geometry. We claim that al-Kindī arrived at a paradox (contradiction) in both cases; but he did not know what to do with it. The resolution of both paradoxes calls for new ideas in mathematics.

Bibliography

1 – Abu Raideh, M. ; *The philosophical letters of al'Kindi.* (arabic) I'timad press, Cairo 1950 .

2 – Aristotles, *al'Tabi'ah (Physics)*; arabic translation by Ishaq- Ibn-Hunain; ed. A. Badawi, Cairo 1964 – 65 .

3 – Garro, I.; "al'Kindi and mathematical logic". *Proceedings of the first international symposium for the history of arabic science*, Aleppo 1976.

4 – Garro, I.; Paradoxes in arabic geometry an archeology of scientific discovery ; *logique et analyse*, 1981 vol 24, pp 351 – 379.

5 – Ivry, A. L. ; *al-Kindi's metaphysics*, Albany 1974.

6 – Ivry, A. L. ; in *essays in islamic philosophy and science*, ed. Hourani, J. F. N. Y. 1975

7 – Piaget, J. . ; *Epistemology genetique*, Paris 1972.

8 – Rescher. N. and Khatshadourian, H. , " al'Kindi's epistle on the finitude of the universe", *ISIS* 1965, vol 56 pp 426 – 433.

9 – Walzer; *l'Eveil de la philosophie islamique*, Paris 1971.

remarked that there is no possibility to go beyond all definite magnitudes, because otherwise there would be something bigger than heavens. He also remarked that to think about the infinite does not necessarily imply its real existence ; because thought does not disturb or touch upon physical existence. All of this is different with al-Kindī. Al-Kindī makes no difference between physical and intellectual infinities. A body is infinite with respect to a certain (mathematical) measure. The measure is a mathematical model (here it is geometrical). We could, therefore, safely conjecture that al-Kindī's notion of the infinite is not metaphysical but mathematical. It remains so, even when applied to the real world*. It is a purely formal concept. This is drasticly different from Aristotle's ontological consideration. On p. 238 , Aristotle says that an infinite object could be neither simple nor complex. On p. 250, he starts considering the quantitative infinite. He differenciates between an infinity obtained by multiplication and an infinity obtained by division. On p. 263 , Aristotle makes the following remark' ... number could be increased to infinity, but it is finite by descension...' . The distinction between number and quantity disappears in al-Kindī's work. According to the latter , magnitudes could be measured. It is either divisible by a unit measure, or part of it is divisible.

We have another encounter with the potential infinite in Greek mathematics in the form of the celebrated Archimedean axiom . but only implicitly. This is more like al-Kindī's argument.

Some authors like Ivry, Davidson and Walzer (6,9) ; considered the influence of the Alexandrian philosopher , John Philoppon, of the sixth century A. D. , upon Arab scientists in general and al-Kindī in particular. Here again, I reviewed the alleged influence of Philoppon on al-Kindī's epistles and found it to be not very relevant. It is evident that the above authors refer to a certain argument of Philoppon regarding the finitude of the world body. Philoppon proves this finitude by showing that, otherwise, there would be different infinities relative to different numbers of revolutions of different celestial bodies.

Al-Kindī might have been inspired by this work of Philoppon. Al-Kindī dœs not, however, take up this hypothesis of Philoppon as an axiom. He proves it logically as we have seen earlier.

In (8) Walzer mentions al-Kindī's work and gives him some credit of originality.

Conclusion

Al-Kindī's intention from his epistles was to mathematize the physical world as he mentioned on page 192 of (1) (page 432 of (8), the epistle about

* Compare with his notion of a similarity attached to a body, as discussed earlier .

A similar attitude was taken up by Ivry in his translation of al-Kindī's first epistle, also called the 'Metaphysics'(5). After Ivry, the only new figure to have influenced al-Kindī's thought is John Philoppon.

A complete evaluation of al-Kindī's work could only be achieved in a modern setting of mathematical logic. It is quite an urgent matter that the historian of science must possess the wellrounded knowledge that is possessed by the ancient scientist, whose work is under investigation. This is becoming more difficult today, due to the proliferation of knowledge, which demands the collaboration of an interdesciplinary teamwork.

A comparison of the notion of the infinite in Greek philosophy and al-Kindī's philosophy.

The Greek philosophers Thales, Anaximenes and Heraklitus believed that the world was made up of finite elementary matter. Anaximender, on the other hand, thought that the world was made up of an infinite elementary material with no special qualities, called the 'Apeiron'. The quantitative infinity of Anaxagoras complements the qualitative infinity of Anaximander. It proclaims that matter was made up of an infinity of infinitely divisible elements.

The Pythagoreans conceived of number as finite and possessing definite mathematical properties. It could never become infinite, because the infinite could not possess the elementary properties of numbers. They believed that infinity could be realized in the physical world, that it is an essence, and that part of the infinite is infinite too. This position became inconsistent with their discovery of the irrationals.

The infinite was not regarded as a complete entity, but rather as a potential becoming. This was Plato's and Aristotle's position. It was, therefore, different from the notion of the infinite as used by Anaxagoras or the Eleatics.

Aristotle made a careful study of the notion of the infinite, both in the 'Physics' and the 'Metaphysics'. The following page citations refer to the 'Physics'(2) when not otherwise indicated. According to him, the physical and the mathematical concepts of the infinite are different. In fact, on p. 208, he gives the example of a point as something which is neither finite nor infinite*. On p. 220, he gives several ways by which a physical object could be infinite; by multiplication, by division, or by both together. On p. 227, he says that if one looks at the matter from a logical angle ... a body is finite if it is bounded by a surface. Therefore, no body could be infinite. Even number could not be infinite. For if number or what could be numbered were infinite, then they could be counted and exhausted. On another occasion he

* Compare with al-Kindī's axiom of the infinite.

examples with proofs to the very fundamental axioms such as : homogeneous magnitudes , which are not such that one of them is greater than the other, are equal.

2) We have stated earlier that the argumentation presented by al-Kindī could be considered as a predecessor to ordinal arithmetic or an arithmetic of infinite magnitudes. There are two drawbacks to this supposition.

Firstly, al-Kindī denied the existence of infinite magnitudes , and consequently, the existence of such an arithmetic. He realized that if such an arithmetic existed it would be based upon logical axiomatic deductions. He, therefore, realized the possibility of extending finite arithmetic to the infinite via logic. He was counscious, therefore, of the fact that these basic axioms should be checked out against a mathematical model which he conjured up from a linear geometric model. A similar process is followed in modern mathematical logic to check the consistency of an axiom system.

The second shortcoming is that he did not define the addition and subtraction operations on infinite magnitudes.

3) The formal language employed by al-Kindī is rather rich as we have shown in the formal description of his system. In (8) the authors allude to the fact that al-Kindī was inspired by Euclid's *Elements*. In a footnote p. 427 , they realize , however , some important differences between both authors. The differences are too great, in my opinion, to be discarded.

The primitive notions in Euclid's *Elements* are rather different from these of al-Kindī. As remarked by the authors in (8), the concept of homogeneous magnitude introduced by al-Kindī is too involved compared with Euclid's concept .

What should be said comparing the works of al-Kindī and Euclid is that both of them make use of an axiom system to prove some facts. The purposes and goals are, however, different.

4) Another shortcoming of al - Kindī's work is that it was not mathematically motivated . For he commenced his argumentation with a theological bias. It was in his intention to arrive at the inconsistency of the concept of an infinite magnitude; inorder to support his theological belief that body, time and motion are finite and created from nothingness with the might of a creator. Thus al-Kindī was not aware of what this theologically inspired methodology could lead to in mathematics. He was interested in general applications of mathematics to diversified fields, and especially to philosophy. It did not become obvious that there was a reciprocal feedback from philosophy and logic, into mathematics until the present century.

If we have two infinite objects a and b (I(a) and I(b)) such that $a > b$, then $b|a$* or $b|c$ and $c < a$. Therefore, $b = a'$ and $a' \subset a$ (the containment relation is strict). From this point on, we expect al-Kindī to jump to the conclusion that since $a' < a$, therefore, a' is finite. From which he would deduce that b is finite. However , he made use of a complicated argumentation where he employed the notion of a similarity, akin to that of order-type.

It is very difficult to find out exactly what al-Kindī intends from his argument, and whether it adds anything to the soundness of his proof. (The proof is, of course, false in so far as it shows that a part of an infinite magnitude is necessarily finite.

Al-Kindī elaborated upon the hypothesis that a part of an infinite body is necessarily finite. He did this by recurring to a three dimensional similarity and showing that it has ends i.e. is finite. Then he made use of the same argument to deduce the finitude of b from that of a', knowing that $b = a'$. Equality after al-Kindī is obtained with respect to a volume measuring unit. This led him to the desired inconsistency, that b is infinite and finite at the same time.

Argu. B applies directly to the completion of *Argu*. A. Namely, it takes care of the case where the result of subtracting the finite quantity from the infinite quantity is itself infinite. In this case he could have applied *Argu*. B that the body has not decreased by taking a part from it; thus arriving at the logical contradiction that the part is equal onto the whole. However, he elaborated on that by adding the missing part to $a \mid b$, which is already infinite. He thus obtained two infinites, the smaller of which must be finite.

The rest of the work which is devoted to the demonstration of the finitude of time and motion, dœs not concern us since it adds nothing new or relevant to the concept of the infinite by al-Kindī.

Looking back at al-Kindī's mathematical argument we could make the following observations:

1) It is true that al-Kindī has made some use of what was known from the Greek sources about infinity, to some extent. He started from very basic properties, and relations (axioms or tautologies, as he called them). He then developed his own mathematical proof in a totally logical manner, irrespective of whether or not his ideas coincided with the Greek sources.

To really appreciate the mathematical rigour of al-Kindī , we must remember that he elaborated upon his mathematical proofs in four epistles, adding now and then what he found necessary to the completion of his work. Thus, for example, in one epistle we find him giving linear geometrical

* This means: There exists a natural number c such that b.c = a.

First of all, let us look at the primitive or fundamental notions (also called non-logical), employed by al-Kindī. These are the basic mathematical or physical concepts about which al-Kindī writes down his axioms (tautologies, as he calls them on page 188 of (1).

The only physical concept is that of homogeneous body or homogeneous magnitude. By this he means what falls under one genus; such as line, surface, and solid body. He defines a line as that entity which has one dimension (length). A surface has two dimensions, length and a breadth. A body or solid has three dimensions, length, breadth and depth.

The non-logical relations among magnitudes are, the order relations; bigger than, and the number theoretic relation, divides*.

The non logical operations are these of a rough set theoretic subtraction and set theoretic union.

The non-logical predicates are, ' infinite ' and ' finite '.

In the four epistles he gives the axioms defining these notions, as well as, their calculus. In an earlier paper(4), I have written down these axioms explicitly in a modern logical language and classified them as they occur in the epistles. I shall be referring to that paper and use its terminology.

Al-Kindī mixes between axioms and postulates. It is our aim here, to analyze the concept of the infinite as visualized by al-Kindī. It is remarkable indeed that al-Kindī makes no remark about infinity (save for its definition) without proving it. In this manner he contradicts his predecessors, notably Aristotle, who used only his intuition and philosophical arguments in talking about the infinite.

We shall look at al-Kindī's proof of the inconsistency of the concept of the infinite magnitude, and divide it into two subarguments:

Argu. A al-Kindī starts with some tautologies such as :

$$a = b = \implies a \cup c > a, b, c \qquad \text{etc. (cf, (3))}$$

He then argues that, subtracting a finite body from an infinte body, the result could be either finite or infinite. He excludes the finite case using the postulate that the union of finite bodies is finite.

The infinite case is also excluded based on the following argument:

Argu. B The inconsistency of the concept of two non - equal infinite magnitudes :

* It should be well understood that al-Kindī does not make use of modern logical termimology, but that we are analyzing his concept in the framework of modern set theory.

tion by formulating al-Kindī's paradox of the infinite . The resolution of such a paradox, should lead to some sort of ordinal arithmetic, such as the one put forth by Frege and Cantor in the last century. This is done with the help of modern terminology and techniques. At the same time, care is taken to compare al-Kindī's ideas and methods with ancient Greek and Eastern sources, especially the works of Aristotle.

The formulation of the paradox

The paradox* was formulated by al-Kindī in four epistles discussed in (1)in some detail . An English translation of one of the epistles was carried out by Rescher and Khatchadourian in(7), and another by Ivry in (5).

Al-Kindī starts by giving a collection of tuatologies about homogeneous magnitudes, using the relations of equality and inequality, properties of basic set operations, as well as the property of being finite and infinite. His argument runs as follows.

Let A be an infinite object . A finite part B is taken from A . The resulting object C is either finite or infinite . The first case is impossible, since the union of two finite objects is itself finite . The second case leads to two situations:

A larger than C. This leads to C being finite, which is a contradiction.

A is equal to C; that is the part is equal to the whole; which is another contradiction. Although al-Kindī sometimes, makes use of implicit axioms, his arguments are quite logical .

The resolution of this paradox anticipates some form of set theory and ordinal arithmetic. Al-Kindī realizes the fact that an arithmetic extended to infinite magnitudes has to rely on logical axiomatic deductions rather than the intuition. In so far it is quite a remarkable discovery. In so doing, he is axiomatizing arithmetic as Euclid axiomatized geometry . The arithmetic axiomatized here is, however, infinitistic and non-intuitive; whereas Euclidean geometry represents the intuition. For if al-Kindī depended upon the intuition, he would have rejected the phenomenon of non-equal infinities without further ado, as did his precursors, Aristotle and John Philoppon . The Euclidean axioms and concepts are figuratively demonstrable. Whereas the axioms and concepts of the infinite are not figuratively demonstrable.

Al-Kindī's Work

I should like to start with a careful analysis of al-Kindī's work on the infinite , which was already studied in (3,4) . I shall concentrate on the form of the axioms in a modern setting.

* Following al-Kindī's formulation, it is more likely to be called a fallacy than a paradox.

The Paradox of the Infinite by al-Kindī

IBRAHIM GARRO*

Introduction :

This paper should be regarded as a contribution to the historical and philosophical study of the concept of the infinite. The role that infinity plays in mathematics and mathematical logic could only be under-estimated .

It was through a systematic study of the concept of the infinite by modern mathematical logicians that the many facets of this concept were discovered. This led to highly respected fields of logic in which infinite magnitudes were the main issue. We mention as examples, the field of inaccessible and large cardinals of set theory. The notion of higher infinities is also an important issue in several mathematical disciplines, such as topology and analysis.

On the other hand, the dialectical concepts of the finite and the infinite are strongly related to mathematical existence. These investigations have remained to be domains of controversy among mathematicians for a long time. They ended with schisms among different schools; finitists, constructivists, intuitionists, and others.

It is our aim here to discuss these matters. We should like to note, however, that there has been a general shyness from the infinite in western thought, starting with the Greek and continuing through medieval times; until Wallis introduced the symbol of infinity in the seventeenth century.

Arab scientists, however , ventured into the limits of the infinite as I have shown in my paper(4), and as will be shown in this paper concerning the work of al-Kindī. He is to my knowledge, the first scientist to put forth a formal (logical) study of this concept, only to arrive at its own contradiction as a mathematical concept.

In an earlier article (4), I have given a formal demonstration given by al-Kindī to the effect that the existence of infinite magnitudes leads to logical contradictions. At that point the question of the originality of al-Kindī's contribution was left unsettled. In this paper, I hope to settle this ques-

* Nayal, Amiri St.. Aleppo, Syria. Paper given at the Fourth International Symposium for the History of Arabic Science, Aleppo, April, 1987.

J. H. A. S. 92 – 93 – 1994 : Vol. 10 : pp. 111 – 118 .

To Contributors of Articles for Publication in the *Journal for the History of Arabic Science*

1. Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science. The text should be typewritten, double-spaced, allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer. In matters of paragraph-indentation and the indication of footnotes, please follow the style used in this journal.

2. Please include a summary – if possible in Arabic, but otherwise in the language of the paper – about a third of the original in length.

3. Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text. They should be double-spaced as well, and they should contain an unabbreviated complete citation. For books this includes author, full title (underlined), place, publisher, date, and page-numbers. For journals give author, number, year, and page-numbers.

***Examples* :**

O. Neugebauer, *A History of Mathematical Astronomy* (New York: Springer, 1976), p. 123.

Sevim Tekeli, "Takiyüddin'in Sidret ül-Müntehâ'sına aletler bahsi", *Belleten* 25 (1961), 213-238.

After the first quotation, if the reference is repeated, then the author's name and the abbreviation *op. cit.* may be used. Alternatively, the books and articles cited may be collected into a bibliography at the end of the article, according to the above format, so that reference may be made to them in the footnotes by author or short title.

4. In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the following system is recommended:

'	b	t	th	j	ḥ	kh	d	dh	r	z	s	sh
ء	ب	ت	ث	ج	ح	خ	د	ذ	ر	ز	س	ش

ṣ	ḍ	ṭ	ẓ	ʿ	gh	f	q	k	l	m	n	h	w	y
ص	ض	ط	ظ	ع	غ	ف	ق	ك	ل	م	ن	ه	و	ي

***Hamza* at the beginning of a word is omitted in transcription. The *lām* of the Arabic article before sun-letters is not assimilated (thus *al-shams* and not *ash-shams*).**

For short vowels, *a* is used for *fatḥa*, *i* for *kasra*, and *u* for *ḍamma*. For long vowels diacritical marks are drawn over the letters: *ā*, *ī*, *ū*. The diphthong *aw* is used for 'وْ' and *ay* for 'يْ'. Long vowels before *hamzat al-waṣl* are printed long (thus "abū'l-Qāsim" and not "abu'l-Qāsim").

– –, *Aristotelis omnia quae extant Opera . Averrois Cordubensis in ea opera omnes, qui ad haec usque tempora pervenere*, commentarii, vol. IV, Venetiis 1562, reprinted Frankfurt am Main 1962.

– –, *Physics*, A revised text with introduction and commentary by W. D. Ross, Oxford 1936.

– –, *Aristotle's Physics Books I and II*, translated with Introduction and Notes by W. Charlton, Oxford 1970 .

– –, *Aristotle's Physics Books III* and *IV*, translated with Notes by E. Hussey, Oxford 1983.

– –, *Physikvorlesung*, transl. H. Wagner, Darmstadt 1983.

– –, The Physics. With an English translation by P. H. Wicksteed and F. M. Cornford, 2 vols., Cambridge (Mass.), London 1934.

Charlton, W. , *Aristotle's Physics I,II*, Oxford 1970.

al-Fārābī, (1) *Kitāb al-burhān wa-kitāb šarā'iṭ al-yaqīn ma'a ta'ālīq Ibn Bājja 'alā l-burhān*, ed. M. Fakrī, Beirut 1987.

– –, (2) "The Attainment of Happiness", in: *Al-Fārābī's Philosophy of Plato and Aristotle*, transl. M. Mahdī, Glencoe 1962.

Harvey, S. , *Averroes on the Principles of Nature : The Middle Commentary on Aristotle's Physics I,II*, Thesis Harvard University, Cambridge, Mass. 1977.

Ibn Bājja, (1) *Šarḥ as-samā' aṭ-ṭabī'ī*, ed. M. Fakrī, Beirut 1973.

– –, (2) *Šurūḥāt as-samā' aṭ-ṭabī'ī* , ed. M. Ziyāda, Beirut 1978.

– –, (3) *Rasā'il falsafiyya*, ed. J. al-'Alawī, Casablanca, Beirut 1983.

– –, (4) *Ta'ālīq 'alā l-burhān*, in: *Al-Fārābī* (1), ed. M. Fakri.

– –, (5) *Rasā'il Ibn Bājja al-ilāhiyya*, ed. M. Fakri, Beirut 1968.

Ibn Rušd, (1) Long Commentary on Aristotle's Physics, Latin translation in: *Aristotle* , *Aristotelis omnia quae extant Opera*....., vol IV.

– –, (2) Middle Commentary on Aristotle's Physics, Latin translation Books I – III in : *Aristotle*, *Aristotelis omnia quae extant Opera*..., vol IV. English translation Books I,II in Harvey.

– –, (3) *Kitāb as-samā' aṭ-ṭabī'ī* (Epitome in Physicorum libros), ed. J. Puig, Madrid 1983. English translation Books I,II in Harvey. Spanish translation as Averroes, Epitome de fisica by J. Puig, Madrid 1987.

Ibn Rušd, (4) *Averroes' Questions in Physics*, translated and edited by H. T. Goldstein, Dordrecht, Boston, London 1991.

Ibn as-Samḥ, Commentary on Aristotle's Physics, in: *Aristotle*, *aṭ-Ṭabī'a* .

Ibn Sīnā, (1) *aš -Šifā', aṭ - Ṭabī'yyāt*, I. *As-samā' aṭ - ṭabī'ī*, *eds. S. Zāyid and I. Madkūr*, *Cairo* 1983 .

– –, (2) *Kitāb an-Najāt*, ed. M. S. al-Kurdī, Cairo 1938.

– –, (3) *Livre des directions et remarques* (*Kitāb al-išārāt wat-tanbīhāt*) transl. by A. – M. Goichon , Beirut, Paris 1951 .

Konstan, D., "A note on Aristotle's Physics I,1 ", in: *Archiv für Geschichte der Philosophie* 57 (1975) 241 – 245.

Lettinck, P. , *Aristotle's Physics and its reception in the Arabic world*; *with an edition of the unpublished parts of Ibn Bājja's Commentary on the Physics*, Leiden 1992.

Philoponos, *In Aristotelis physicorum octo libros commentaria*, ed. H. Vitelli , CAG XVI – XVII, Berlin 1887 – 88.

Ross, W. D. , *Aristotle's Physics*, Oxford 1936.

Wagner, H. , *Aristoteles*, *Physikvorlesung*, Darmstadt 1983.

Wicksteed, P. H. and Cornford F. M. , *Aristotle*, *The Physics*, Cambridge (Mass.), London 1934 .

Wieland, W. , *Die Aristotelische Physik*, Göttingen 1970.

Yaḥyā, Commentary on Aristotle's Physics, in: *Aristotle*, *aṭ-Ṭabī'a*.

Ziyāda, M. , *The Theory of Motion in Ibn Bājja's Philosophy*, Thesis McGill University , Montreal 1972; translated as : *Al-ḥaraka min aṭ-ṭabī'a ilā mā ba'da ṭ-ṭabī'a*, Beirut 1985 .

some of them, then which ones? And as it is an investigation of nature, it is effected when we ask according to the first kind of question "What is this natural body absolutely?" Such as our question "What is a rainbow?", and "What is rain?" and so on. In some of these (cases)
13,15 we get to know from this kind (of question) what its essence is, as when we get to know that rain is what falls from the clouds - and then we would like to know how it occurs, what occasions it, and why it occurs. With respect to the rainbow, we look for its nature and essence, for the first we ask is : What is it? Is it something which has (really) come into existence, or is it suggested to our vision? When we have a correct idea of its genus, then we would like to know what occasions it, what its essence is, and why it occurs. Our physical
13,19 knowledge is complete if we know all this. So it is necessary for the physical scientist to know the four causes and to be able to enumerate them with all their specific properties.

The second kind of question also refers to these (causes), for we ask "Why is the heat in summer more intense?" Then we answer: "Because the sun is closer to the zenith," and the cause given here is the efficient cause. We say about a mule : "Why did it not give
14,5 birth?" Then one gives the answer: "Because the matter has gone to the bones of her body," and the cause given in this question is the material cause. We say:" Why do teeth fall out and then grow?" We answer: "Because that is for the best." "And why do eyebrows grow in the womb ?" We say "as protection for the eyes", and the cause given is the final cause. We say: "Why does an animal move?" and we answer: "Because it perceives with the senses," and this cause
14,10 is the formal cause. So it is necessary for the natural scientist to enumerate these (causes) and study their special properties.

BIBLIOGRAPHY

Abū Bišr Mattā, Commentary on Aristotle's Physics, in: *Aristotle, aṭ-Ṭabī'a.*

Abū l-Faraj ibn aṭ-Ṭayyib, Commentary on Aristotle's Physics, in: *Aristotle, aṭ-Ṭabī'a.*

al-'Alawī, J., *Mu'allafāt Ibn Bājja*, Casablanca, Beirut 1983.

Alexander of Aphrodisias, Commentary on Aristotle's Physics, in: *Aristotle, aṭ-Ṭabī'a.*

Aristotle - Arisṭūṭālīs, aṭ-Ṭabī'a. Ṭarjamat Isḥāq ibn Ḥunayn ma'a šurūḥ Ibn as-Samḥ wa Ibn 'Adī wa Mattā ibn Yūnus wa Abī l- Faraj ibn aṭ-Ṭayyib, ed. A. Badawī, 2 vols., Cairo 1964 – 65.

APPENDIX

Translation of Ibn Bājja's Commentary on the Physics 12,9 - 14,10 (edition Ziyāda)

12,9 Physical science is a theoretical discipline, so it must have these (three) things. Its subject-matter is the physical body, and everything in this discipline is connected with it and with its different kinds, and (this sciene) gives its principles and causes.

Most things which are treated in natural philosophy are known by perception, but we are looking for knowledge of its causes, or the causes of its causes absolutely, regarding to what exists absolutely, like the white, for instance. We know its existence by perception, but we do not know its causes , because we cannot conceive it by (only) 12,15 that to which its definition refers. We also know the existence of many of its attributes , but we do not know firstly by which of these it exists essentially, and which of these are existing by it, and which of these have no existence by it nor are a condition for its existence.

Although we know the answer, we may also ask when we see the white on a certain place like hair, why is it there? This is another question than the first one , and the cause which is given is a cause which is different from the one given in the first question , and the 13,5 demonstration which is given regarding to this is a demonstration of cause only.

In other cases it may happen that we do not know its existence at a certain place; then we give a statement from which follows its existence on that place, and the reason for its existence there, like (the statement) that in the body of an old man there is much rottenness because of the little natural warmth in it. This statement will be an absolute demonstration when its premisses are necessarily true or (true) in most instances (*'alā l-akṯari*), in accordance with what is described in the *Analytica Posteriora* , and therefore are certain . 13,10 So in both questions it is necessary to give the cause.

As there are in total four kinds of causes , we should investigate whether this science gives them all or only some of them, and if only

Ross[1] quotes Pacius, a 16th – century commentator, who in accordance with Ibn Rušd and his predecessors assumed that Aristotle talks about two things in this passage: the way to find the principles of natural things from the " mingled " concrete observable things in 184a 16 – 23, and the order in which he will treat the different subjects in his books in 184a 23 – 26. (According to Pacius Aristotle means with 184a 26 – b12 even a third method, not an illustration of the former one).

Ross assumes however that in fact Aristotle means only one procedure, namely the first one. Therefore according to him 184a 23 – 26 also refers to this procedure, and καθόλου means (different from its usual meaning) the συγκεχυμένον, the object known by perception to have some general characteristic (e. g. being an animal), whereas one dœs not yet know its specific characteristics (e. g. whether it is a horse or a cow).

Wagner[2] assumes the same sense of καθόλου : the perceived, still undifferentiated thing.

Wieland's[3] interpretation is the same as that of Ross : he says that the καοόλου means what is known in an undetermined, pre-reflexive way, whereas the καθ' ἕκαστα is what is known with exact, explicit knowledge, including knowledge of causes and elements.

Konstan, who devoted a special article on this subject, agrees with these commentators after having analysed the example of the babies in 184b 13 ff.

All above-mentioned commentators agree in their explanation of 184a 16 – 23 with the Greek and Arab commentators, but they do not agree with them about 184a 23 – 26. There according to the Greek and Arab commentators Aristotle talks about something different, whereas according to these modern commentators he talks about the same thing.

Charlton[4] finds the sentence 184a 23 – 26 obscure, but he thinks it probable that it means that Aristotle will first give a general account and talk about the principles of physical objects generally, without distinguishing between the different sorts of things like plants, animals, houses, etc. Indeed, this is what he dœs in the *Physics*, whereas in his other books he will treat the different sorts of physical objects: the celestial bodies, the four elements, the plants, the animals, etc. So Charlton completely agrees with the Greek and Arab commentators.

1. Ross 466.
2. Wagnei 395.
3. Wieland Kapitel I,II.
4. Charlton 52 .

called " *dalīl* " (sign) . Thus Ibn Sīnā made the same distinctions as Aristotle and al-Fārābī, in a somewhat different formulation. He also mentions the four types of questions which Aristotle gives in Anal. Post B1, calling them *maṭlab al-ayy*, *maṭlab li-mā*, *maṭlab hal* and *maṭlab mā*[1].

Ibn Bājja has written a commentary on the *K. al-Burhān* of al-Fārābī. It is not surprising that he distinguishes the same three kinds of proofs as al-Fārābī[2]. Furthermore in one of his *Risālāt*[3] he states: there are three kinds of proof: the proof of the existence , the proof of the cause and the absolute proof which gives both existence and cause . Ibn Bājja's treatment of the question in his *Commentary on the Physics* is different. As we mentioned above, his distinctions there are more related to Aristotle's Anal Post. B1.

The same three kinds of proof are mentioned by Ibn Rušd in the Proemium of the LC[4] , where he says that there are three kinds of demonstrations: demonstratio signorum (dem. quod est), demonstratio causae (dem. propter quid) and demonstratio absoluta (dem. simpliciter). In physical science it is primarily the first two which are used. Absolute demonstrations occur most often in mathematics . What Ibn Rušd says about this in his Long, Middle and Short Commentaries on *Physics* I,1 agrees with this division . The demonstratio signorum and demonstratio causae are also mentioned by Ibn Rušd in his *Quaestiones in Physica*[5] , where he says that the first proof is like saying that the shape of the moon is spherical because the light increases in its shape, whereas the second proof is like saying that because the moon is spherical the light increases in its shape; the proof of cause is better.

To sum up it may be said that all commentators are agreed on the question of which kind of proof is used in physical science: that is the proof which starts from what is more known to us (the physical phenomena) and which gives as conclusion what is more known according to nature (the causes of the phenomena). Such a proof is a proof from " signs " (*dalā'il*), and it gives knowledge of the existence of the cause (proof of existence). If we already know a cause, we may start with it and construct a proof which derives from it a certain phenomenon. This is called a proof of the cause. In mathematics that which is more known to us is also more primary according to nature, so a proof starting with these primary things results in knowledge of secondary things, and gives the existence and cause together.

The discussion on the interpretation of *Physics* I,1, especially of 184a 16 – 26, has continued until the present time, as may be seen from what follows.

1. Ibn Sīnā (2) 67.
2. Ibn Bājja (4) 118,4 ff .
3. Ibn Bājja (3) 91,15 – 17.
4. Ibn Rušd (1) 4B4 – 9 4E4 – F4
5. Ibn Rušd (4) 25 – 26.

taken by Philoponos in his comment on *Physics I*,1 (see above- the example is taken from De Caelo 291b20 ff., and Anal. Post. 78b5 ff.)[1].

The light of the moon increases (and decreases according to its phases).
Things whose light increases in this way have the form of a sphere.
Therefore the moon has the form of a sphere.

This is a demonstration of the fact only, not of the cause: we do not say that the moon is a sphere because it displays the different phasses, but the other way round. These demonstrations of existence are also called *dalā'il* (signa, indicatives), for the middle term in such a demonstration is the sign (*ad-dalīl* – observable phenomenon), which is primay in our knowledge, but secondary in existence (e. g. the different forms of the moon)[2].

With respect to demonstrations of the cause, al-Fārābī remarks that these occur when we already know the existence, either by sense experience or by a demonstration of the fact. This kind of demonstration gives the cause of the fact[3].

Ibn Sīnā also treats this subject in his books *Kitāb aš-Šifā'*, *Kitāb al-Išārāt wat-Tanbihāt* and *Kitāb an - Najāt*. We give his discussion from this last book[4].

He distinguishes between a demonstration of the "why" and a demonstration of the " that " (*burhān al-limā*, *burhān al-anna*). In the demonstration of the " why " the middle term is the cause of the relation between the two terms of the conclusion, in reality as well as in our mind. This demonstration proves that something is, and also why it is. As an example he gives the following syllogism :

This piece of wood is affected by something hot.
What is affected by something hot is being burned.
Therefore this piece of wood is being burned.

In the demonstration of the " that " the middle term is the cause of the relation between the terms of the conclusion, but only in our mind, not in reality, and it dœs not give the reason of the existence of the thing, only the fact of its existence. Example:

This piece of wood is being burned.
What is being burned is affected by something hot.
Therefore this piece of wood is affected by something hot.

In this case the middle term (being burned) is not the cause, but the effect of the relation between the terms in the conclusion, and the minor premiss is more known to us than the conclusion. A demonstration like this is also

1. Al-Fārābī (1) 40,15 – 21.
2. Al-Fārābī (1) 41,22 – 24.
3. Al-Fārābī (1) 42,2 – 5.
4. Ibn Sīnā (2) 66 ff.

These four types of question correspond to those which have been distinguished by Ibn Bājja (see above). The first and third questions are answered by a proof of the fact, and the second and fourth by a proof of cause.

In order to get an idea of the sources of the commentaries of Ibn Bājja and Ibn Rušd on *Physics I*,1 we shall give some examples of what may be found in the Arab commentaries on the Anal. Post.

In al-Fārābī 's Attainment of Happiness there is a passage in which a distinction is made between the principles of instruction and the principles of being[1] . This is the same distinction as the one made by Aristotle in *Physics* I,1 between the things which are more known to us and those which are more known according to nature, i.e. the sense experiences and their causes. Al-Fārābī says that if the principles of being for a certain object or fact are the same as the principles of instruction for it, then demonstrations which start from the principles of being give both the fact and the cause. If the principles of being and those of instruction are not the same (because the principles of being are obscure and not known from the beginning), then a demonstration starting from the principles of instruction gives only the fact , not the cause.

In the science of natural things the latter of these two cases generally occurs, and demonstrations proceed from the principles of instruction to the principles of being.

When we have obtained from the principle of instruction A1 a principle of being B, then we may derive from B other principles A2, A3, etc. which depend on B and which were still hidden from us[2] . This is the procedure mentioned by Ibn Rušd when he said that after having learned the cause we may use this cause as a middle term in a proof which gives the cause of some of the properties, and of which Gersonides also gave an example.

In his commentary on the *Kitāb al -Burhān* (Anal. Post.) al-Fārābī distinguishes three kinds of demonstrations: demonstrations of the existence, demonstrations of the cause and absolute demonstrations which give the existence and the cause together[3] . A demonstration of the existence gives us knowledge that something exists (*'ilm anna š-šay'*), and a demonstration of the cause provides us with knowledge why something exists (*'ilm li-mā š-šay'*)[4]. In a demonstration of existence a result which is prior in being is proved starting from something which is posterior in being, but prior in knowledge . As an example he takes a syllogism which was also

1. Al-Fārābī (2) 15 ff .
2. Al-Fārābī (2) 17.
3. Al-Fārābī (1) 26,9 – 11
4. al-Fārābī (1) 25,16 – 18

The planets do not twinkle.
What dœs not twinkle is close to the earth.
Therefore the planets are close to the earth.

Proof of the reason why is :

The planets are close to the earth.
What is close to the earth dœs not twinkle.
Therefore the planets do not twinkle.

The proof of the fact proves the existence of the fact which is given in the conclusion , and which is the explanation of what is stated in the minor premiss. The minor premiss is not the explanation of the conclusion, for one dœs not say that the planets are close to the earth because they do not twinkle. In the proof of the fact one starts with something which is more known to us, an observation, and arrives at a conclusion which states a fact which was less known to us (but more primary according to nature: the cause of the observed phenomenon).

In the proof of the cause the conclusion is already known, but the proof starts with the explanation of the conclusion as minor premiss.Indeed one may say that the planets do not twinkle because they are close to the earth. In the above-mentioned examples one can form a proof of the fact and a proof of the cause with the same terms because the major premiss in the syllogism is convertible: both statements " If something is close to the earth it does not twinkle" and " If something does not twinkle it is close to the earth" are true. If the major premiss in the proof of the fact is not convertible, then the proof of the cause cannot be formed. Then a proof of cause may be given if the cause is already known in one way or another (e.g. because it follows from a syllogism on some other aspect of the subject, or because it is obvious).

The examples in Gersonides' super-commentary on Ibn Rušd's Short Commentary of proofs of existence and proof of cause (see above) correspond to these Aristotelian examples. One may say that the light of the moon increases and decreases in proportion to the distance from the sun because the moon receives light from the sun, not the other way round.

Another distinction, also related to the subject under discussion here, is made by Aristotle in Anal. Post. B1 89b25. He says that one may ask four types of questions : one may inquire about the fact, the reason why, whether something is , and what it is (τὸ ὅτι, τὸ διότι, εἰ ἔστιν, τί ἐστιν). These questions may be formulated as follows (S: subject P: predicate): is S P?, why is S P? , is there something as S?, what is S? The last two questions are about something by itself; the first two are about something in relation to something else .

Apparently the fact expressed in the minor premiss is a kind of observable fact and more known to us, so this is a proof of existence (of the fact expressed in the conclusion). But it is a proof of the cause at the same time, because it is proper to say that the actions of young men in spring are almost perfect because their natural warmth is more intense.

Our survey of Ibn Rušd's discussion of the different kinds of proof in science may help to understand Ibn Bājja's text on this subject, which occurs at the beginning of his commentary on the *Physics*. A translation of this passage is given as an appendix .

It appears that Ibn Bājja discerns two kinds of questions (13,3–4, 13,13 and 14,2). The first one is about the existence of something by itself, and the second one is about the existence of something in relation to something else. In both of these cases one may make another distinction, and ask about the existence itself and about the causes of the existence. Thus we have four questions: does the thing exist by itself (in the physical sciences we can generally answer this question by observation), what are the causes of its existence, does the relation exist, and what are the causes of the relation. The causes are always the four Aristotelian causes (matter, form, efficient cause, final cause).

As for the existence of something in relation to something else , he gives two examples from which it becomes clear that two different kinds of proof should be distinguished, sc. the proof of the fact and the proof of cause. These proofs correspond to the questions whether the relation exists and what the cause is of the relation. If one already knows the fact of the existence, then one may ask about the cause of its existence, e. g. " What is the cause of white in hair?" Ibn Bājja explicitly states that the answer to this is given by a proof of cause. If we do not yet know the fact , then we may give a proof which gives the fact and the cause together , like the proof that there is much rottenness in the bodies of old men, because there is little natural warmth in them. Such a proof is called an absolute demonstration, because the fact and its cause become known. Remark that the above mentioned example by Ibn Rušd of the natural warmth in young men is strikingly similar to Ibn Bājja's example of the natural warmth in old men.

We have seen that Philoponos, Ibn Bājja and Ibn Rušd recognized that *Physics I*,1 deals with the methods of scientific demonstration, and that they explained which kinds of demonstration one may use. This subject is treated by Aristotle in the *Analytica Posteriora*. In Anal. Post. A 13 Aristotle distinguishes between understanding the fact and understanding the reason why. A proof of the fact is :

sion below the examples from Gersonides' supercommentary. Ibn Rušd starts his discussion with the distinction we already know from his Long and Middle Commentaries, namely between absolute demonstrations, which are used in mathematics, and proofs (*dalā'il*), which are used in the physical sciences. The proofs used in physical science start with statements on things which are primary in our knowledge (which are more known to us, like observable phenomena), but which are secondary in existence (i. e. which depend on the existence of other things, sc. the causes). For instance (example from Gersonides):

> The moon is something whose light increases and decreases in a measure proportional to its distance from the sun.
>
> Something whose light increases and decreases in a measure proportional to its distance from the sun is something which receives light from the sun.
>
> Therefore the moon receives light from the sun.

This syllogism starts with a phenomenon and gives as conclusion a fact which explains the phenomenon (its cause). This is called a proof of existence. One may also give the following syllogism:

> The moon receives light from the sun.
>
> Something which receives light from the sun is something whose light increases and decreases in a measure proportional to its distance from the sun.
>
> Therefore the moon is something whose light increases and decreases in a measure proportional to its distance from the sun.

This is a proof of the cause. The conclusion is already known, and the proof starts with the cause, which was less known to us.

When we know the cause, either because the cause is evident or because it was found as a conclusion in a proof of existence, we may use it as a middle term in a syllogism which gives the cause of some of the properties, for instance :

> The moon is something which receives light from the sun.
>
> Something which receives light from the sun is such that when an obstacle prevents the light of the sun from reaching it, it is deprived of light.
>
> Therefore the moon is such that when an obstacle prevents the light of the sun from reaching it, it is deprived of light.

This is a proof of the cause of a lunar eclipse.

Sometimes it is possible to give in one syllogism the proof of the existence and of the cause together, for instance (example given by Ibn Rušd and brought in syllogistic form by Gersonides) :

> Young men in spring are such that their natural warmth is more intense.
>
> Those whose natural warmth is more intense are those whose actions are almost perfect.
>
> Therefore young men in spring are those whose actions are almost perfect.

The Short Commentary of Ibn Rušd does not offer different points of view from those in the Long Commentary and Middle Commentary[1]. It is worth mentioning that Ibn Rušd here calls the composite individual, which is more known to the senses (Aristotle's συγκεχυμένον), *ġayr munfaṣil* or *ġayr mutamayyiz*, this corresponds to Philoponos' ἀόριστος or ἀδιαρθρώτος .

The subject of *Physics I*,1 is how to find the principles of natural things, and finding these principles implies that we have to prove that the supposed principles are the right ones. This means that we have to give a demonstration by which it is shown that a certain state or condition of a natural thing follows from more primary facts or principles . Therefore *Physics I*,1 in fact deals with methods of scientific demonstration. This was recognized by Philoponos, when he remarked that there are different kinds of proof in science (see above). Ibn Rušd also saw this clearly: he called one section of his Long and Middle Commentaries on *Physics I*,1 " On the Kinds of Proof in this Science" ; in his Short Commentary this subject is discussed even more extensively, as we shall see below. The main topic of Ibn Bājja's commentary on this chapter is also the different kinds of proof in science .

We shall first discuss Ibn Rušd's treatment of this subject from his *Short Commentary* , as he may be understood more easily than Ibn Bājja. For a complete understanding of his commentary, however, we need the supercommentary of Gersonides on the *Short Commentary*. This commentary is quoted by Harvey[2]. The relevant section from Ibn Rušd's Short Commentary runs as follows[3]:

> There are two ways to obtain knowledge: 1) The way used in mathematics . Here what is primary in our knowledge (what is more known to us) is also primary in existence . One starts with these primary things, and derives from them secondary things (less known to us, and also secondary in existence). Such a derivation is called an absolute demonstration (*burhān muṭlaq*). 2) The way used in physical science . Here what is primary in our knowledge is secondary in existence. Proofs consisting of statements on such things are called proofs from signs (*dalā' il*). If we have knowledge of the cause , we can use it as a middle term in a syllogism which gives the cause of some of the properties. These are proofs of the cause only. Sometimes it is possible to give a proof of the cause and of the existence together-for instance, the actions of young men in spring are almost perfect, because at that time their natural warmth is more intense. This is impossible however for each kind of thing , for the causes of the existence of a certain kind of thing are form, matter, effective cause and goal .

The different kinds of proof used in science are discussed here more extensively than in the Long and Middle Commentaries, but in a very concise and rather elliptic way. For a better understanding we give in the discus -

1. Ibn Rušd (3) 9,2 – 11,10.
2. Harvey 426 ff.
3. Ibn Rušd (3) 9,7 – 10,5 .

a "proof of cause and existence" or "absolute demonstration": if what is more known to us is not what is more known to nature (the causes), then we get a proof "from signs".

In order to find the causes and elements of physical things we have to start with what is more known to us, and these are the composite, sensible things (this particular land, this particular dog), which are composed of its elements or causes.

The chapter "On the Order of Instruction" runs as follows[1] :

We always have to start with what is more known to us. This means that in the order of instruction we have to start with the more general and proceed to the more particular. The general resembles the composite individual, as the general "contains" many species, and the composite individual consists of many parts. The composite individual is more known to the senses, and similarly the general is more known to the reason.

One sees that in his comment on 184a 16 – 23 (" On the Kinds of Proof in this Science") Ibn Rušd distinguishes, like Philoponos, two kinds of proof:1) The proof in which one starts with what is more known to us (observable phenomena) and gets as a result what is more known to nature (the causes of the phenomena); this proof is called a proof from signs; 2). If primary causes are more known to us, we may start with them and get a result which is less known to us. Then we prove the fact and the cause of the result simultaneously. This is called an absolute proof, or a proof of cause and existence. The first method is the one which has to be used in natural science. It means that one starts with the concrete, composite, sensible objects, and tries to find the causes and elements out of which they are composed.

In the comment on 184 a 23 – 26 (" On the order of instruction" – *tartib at-ta'lim*)[2] it is said that one has to start with a discussion of the more general things, for these are more known to us. This also corresponds to Philoponos.

We conclude that Ibn Rušd's interpretation of καθόλου, καθ' ἕκαστα and συγκεχυμένα is the same as that of Philoponos, but he more explicitly states his view that Aristotle in 184a 16 – 26 talks about two different subjects. In 184a 16 – 23 the discussion is about the method of finding the principles and elements of natural things, and in 184a 23 – 26 it is about the order of instruction.

The analogy between the general as composite individual and the general as genus, which was remarked by Philoponos and Ibn Sīnā (see above) is also stated by Ibn Rušd. Just as the genus "contains" many species, the composite individual consists of many parts, and just as the composite individual is more known to the senses, the genus is more known to the reason.

1. Ibn Rušd (1) 7F1 – K11 (2) 434H7 – L1.
2. Ibn Rušd (3) 10,18.

We conclude that Ibn Sīnā's interpretation of the statement that we should proceed from the general to the particular is about the same as Philoponos' interpretation . However when we compare both texts it is not evident that Ibn Sīnā has used Philoponos' commentary directly. The way Ibn Sīnā treats this subject does not show any direct connection with Philoponos' text, and it is clear that Ibn Sīnā had his own, different approach in treating this subject. It may be his original contribution, or may be related to al-Fārābī's lost commentary on the *Physics*.

It is worth mentioning that Ibn Sīnā uses words which are different from those used in the Arabic translation of the *Physics* by Isḥāq . For instance, the already mentioned *muntašir* for συγκεχυμένον instead of *mukṯalit*, and *mabda'*, *sabab* and *'illa* for ἀρχή, αἴτια and στοιχεῖα instead of *mabda'*, *sabab* and *usṭuqus*. Therefore it cannot be excluded that Ibn Sīnā has used another translation.

The only thing Ibn Bājja says about this subject is that the discussion of the general things has to precede the discussion of the special things because in this way one avoids having to repeat the same things several times[1].

This argument is mentioned by Ibn Rušd in exactly the same way. In his Middle Commentary he says[2]:

> Another reason for this order of instruction is that by treating the general things first one avoids having to repeat the same things several times. For example, after one has proved that every natural object has prime matter, there is no need to repeat this proof for a horse, a man, a lifeless object and a plant .

The same statement occurs in his Short Commentary[3]. Apart from this Ibn Rušd is very explicit about the two subjects which Aristotle discusses in 184a 16 – 26 . He devotes a chapter in his Long Commentary and Middle Commentary to each of them, with the titles "On the kinds of Proof in this Science " (on 184 a 16 – 23) and " On the Order of Instruction " (on 184a 23 – 26) . The chapter " On the Kinds of Proof in this Science " runs as follows:[4]

> The method of finding the causes and elements of physical phenomena is going from the things which are more known to us (and less known according to nature) to what is more known to nature (the causes, which are less known to us). This method is called the method of signs (signum). In mathematics the opposite way is used . There we start with the primary causes , which in that case are also more known to us.
>
> If the things which are more known to us and with which we naturally have to start a proof are also the things which are more known according to nature, then such a proof is called

1. Ibn Bājja (2) 14,11 – 20.
2. Ibn Rušd (2) 434k6 – L1.
3. Ibn Rušd (3) 11,10 – 14.
4. Ibn Rušd (1) 6K8 – 7B7 and (2) 434B3 – H5.

elements and principles, the second one of the species which subsists under the general thing. The first one is prior, or more known to the senses; the second one is more known to the reason[1]. Thus , the concept of " general " (καθόλου) is used by Philoponos during his discussion in two different senses.

These two meanings of " general" may also be extracted from Ibn Sīnā's *K. aš-Šifā'*. The relevant paragraph runs as follows[2]:

One may consider principles which apply to everything, principles for a genus , and principles for a species. In the order of instruction one should start with the more general , and later discuss the particular things. Because the genus is part of the definition of a species, one must know the genus before the species can be known. The genus is more known to our reason than the species-knowledge of the genus precedes knowledge of the species, before knowing what a horse is one should know what an animal is. So when we are going to talk about natural things and its principles we should start with the more general things (the genus) and its principles, and after that treat the more special things, the species. It is the species which is more known " according to nature " .

The general is also more known to our observation because one may first see an animal without knowing which kind of animal it is, and only later at closer inspection discover that it is a horse . As we always observe individuals and never a genus, then in this case it is not the genus which is meant with the general , but what may be called " šaḵṣ muntašir " (vague, unspecified individual)

This *šaḵṣ muntašir* must be Ibn Sīnā's equivalent of συγκεχυμένον; he distinguishes between two different ways in which this term may be used, but this dœs not concern us here.

One sees that Ibn Sīnā mentions the same two different meanings of " the general" which we have seen could be extracted from Philoponos' text, sc. the general in the sense of a genus and in the sense of an unanalysed, unspecified, concrete object. Like Philoponos he says that the general as genus is more known to reason, and as *šaḵṣ muntašir* it is more known to the senses.

In the next section[3] Ibn Sīnā discusses what the relation is between causes (principles) and the things of which they are the cause (principle) in connection with the question which of these is primary, or more known to us or to nature. In this respect he distinguishes between the cause being part of the caused, as the wood and the form of a bed are parts of the bed, so that in this case the relation is between simple things and the thing which is composed of them, and the cause being separate from the caused, as the carpenter and the bed . In both cases he discusses what is primary according to our reason, according to our observation and according to nature.

1. Philoponos 19,24 – 25.
2. Ibn Sīnā (1) 8,5 – 11,9.
3. Ibn Sīnā (1) 11,10 – 12,18.

This καθόλου from which we have to start is not something general in the sense that it is a genus, but it is something particular (μερικόν) which is still vague and undetermined. If we see someone approaching us from far we say that we see " a man " approaching; we do not mean that we see the genus " man " but that we see a particular man, only we do not yet know who this particular man is.

Up to here Philoponos' explanation of the καθόλου or συγκεχυμένον is that they are the concrete observable things which are still unanalysed and vague. This is the same explanation as that given by most modern commentators (see below). Philoponos' commentary continues as follows[1] :

Starting from this unanalysed καθόλου, by its analysis we arrive at the καθ' ἕκαστα, the things known with their details and special properties; we discern the approaching man as being Alcibiades and we can see his head, eyes, etc. Thus we have proceeded from the καθόλου to the καθ' ἕκαστα.

In this way Aristotle proceeds in his discussion of the principles: he starts with a discussion of principles in general (e.g. how many principles there are), then he specifies the principles of things in general (matter, form and privation) and after that he discusses the principles of more specific things : the celestial bodies , the four elements, etc . (in his other books on nature: *De Generatione et Corruptione, De Caelo, etc.*).

We see that Philoponos' interpretation of the words καθόλου and καθ' ἕκαστα changes in the middle of the discussion . First he says that by closer inspection and analysis of the concrete , observable but still vague and undetermined thing (the καθόλου) we may arrive at a full comprehension of the thing and its specific properties (the καθ' ἕκαστα) . Then he says that going from καθόλου to καθ' ἕκαστα means that one starts with considering general things and its principles and then proceeds to a discussion of particular things and its principles . Apparently according to his interpretation of the passage 184 a 16 – 26 Aristotle is talking here about two things: the way from the sense experience of a concrete thing to its principles , which is the method of investigation in physical science, and, secondly, the order of treating the different subjects in his books , which is that he first treats general things and its principles and after that particular things and its principles . Following this interpretation Philoponos' commentary on 184a 16 – 26 may be summarized as follows :

We naturally have to start with what is more known to us . If we are looking for the principles and elements of physical things, this is the καθόλου in the sense of the unanalysed, unspecified concrete thing. By closer inspection we may arrive at its καθ' ἕκαστα , its principles and elements. If we are considering the order of instruction, we have to start with the καθόλου in the sense of the more general things. Both senses of καθόλου are analogous because they are both a kind of composite : the first one is composed of its

1. Philoponos 14,30 – 16,10 .

said in 184a 21 – 23; the καθ'όλου are the συγκεχυμένα and the καθ' ἕκαστα are the principles and elements. Note that καθ'όλου here has not its usual meaning " universal", but means " a particular thing which is still unanalysed". A survey of what the modern commentators have said is given at the end of this paper .

However 184a 23 – 26 may be interpreted in another way, namely that we have to treat general things and their principles first and then proceed to the particular things and their principles, which is also a way of going from what is clearer to us to what is clearer according to nature . This is what Aristotle does if one considers the whole collection of his works about natural science . According to this second interpretation therefore Aristotle considers two things in the passage 184a 16 – 26 : the way to arrive at the principles and elements of natural things , and the order according to which he will discuss the different subjects, sc . going from the general to the particular.

It will be shown that Philoponos , Ibn Sīnā and Ibn Rušd seem to have had both these ways in mind , but that they did not all discern them cleary .

Philoponos' commentary on the passage 184 a 16 – 26 runs as follows (we give an account of the contents, not a literal translation)[1]:

In the Analytica posteriora Aristotle has said that there are two ways of obtaining real knowlege, the τρόπος ἀποδεικτικός and the τρόπος διδασκαλικός[2]. The first method starts from first principles (which are more known according to nature) and proves from them secondary things, such as the natural phenomena we observe and which are more known to us. The second method goes the other way round, and may be called the method from " signs" (τεκμήρια). For instance, someone who sees smoke will conclude from this sign that there must be a fire. This method is used if what is primary according to nature is less known to us. For instance, in *De Caelo*[3] Aristotle proves that the shape of the moon is spherical from the observed fact that the moon displays phases. In this way from what is more known to us, sc. the phenomenon (sign) of its phases, we draw a conclusion on what is less known to us, whereas it is more primary by nature. Natural science uses this second method to find the principles of natural things. So one has to start at what is more known to us, whereas it is secondary according to nature. These things are called συγκεχυμένα, because they are still undetermined (ἀόριστος) or unanalysed (ἀδιάρθρωτος), or also καθόλου , because they comprise many things. It is like when we see someone approaching from far away, we first see that something is coming towards us, then we see it is a living thing, then we see it is a man, but we do not yet know who it is, nor do we see the parts of his body, his fingers, his nails, so what we see is still something συγκεχυμένον or καθόλου .

1. Philoponos 9,4 – 13,17.
2. In 71 a 5 Aristotle refers to these methods as the deductive and the inductive method (συλλογισμός and ἐπαγωγή).
3. Cf. 291 b 20 ff. The proof is also in Anal. post. 78b5 ff.

			Philoponos[1]	Ibn as- Samḥ[2]	Ibn Rušd[3]
principle	ἀρχή	mabda'	common name for all causes	final cause	effic. cause
cause	αἴτιον	sabab	effic. and final cause	effic. cause	final cause

According to Aristotle and his commentators one may say that a thing is composed of its matter and form, so that these may be called the elements of the thing; on the other hand matter and form are also called the causes of the thing.

The commentators mentioned above have interpreted Aristotle's statement about principles, causes and elements in a wider sense than the modern commentators and have included in them the efficient and final causes. This is possible if one assumes that this statement does not refer to *Physics I* only, but to all Books of the *Physics*: the four causes are treated in *Physics* II.

Ibn Sīnā says that natural things have mabādi', asbāb, and 'ilal[4], but he dœs not assign different meanings to these words.

Aristotle treats the way to find the principles in 184a 16 – 26. He states that naturally we proceed from what is clearer and more known to us to what is clearer and more known " according to nature" (184 a 16 – 21). The things which are more known to us are the " mingled " things (συγκεχυμένα), and by analysing these we arrive at the principles and elements (184a 21 – 23). Thus we should proceed from the universal (καθόλου) to the particular (καθ' ἕκαστα), as the whole, which is a kind of universal, is more readily known by perception (184a 23 – 26). The rest of the chapter consists of two examples to serve as illustration.

Problems arose about the meaning of the words συγκεχυμένα (mingled things), καθόλου (universal) and καθ' ἕκαστα (particular).

According to most modern commentators the whole passage 184 a 16 – 26 means that we have to start with the concrete things given through sense experience which are still unanalysed and vague (the συγκεχυμένα or καθόλου), and by analysis of these we may arrive at their elements and principles (the καθ' ἕκαστα). This is indeed the procedure in *Physics I*, where Aristotle looks for the principles of changing things. Therefore this interpretation says that what is said in 184 a 23 – 26 is the same as what is

1. Philoponos 6,9 – 17.
2. Ibn as-Samḥ 2,16 – 19.
3. Ibn Rušd (1) 6 B 2 – 8.
4. Ibn Sīnā (1) 7,5 – 8,4.

is not a word-by-word commentary, such as that of Philoponos, or the Long Commentary of Ibn Rušd, in which Aristotle's text is followed and (almost) every phrase is commented upon; nor can it be compared to an extensive treatment of the subjects from the *Physics* such as *Ibn Sīnā's K. aš - Šifā'*, which can be read and understood on its own, independently from the Aristotelian text. It could instead be compared to *Ibn Rušd's Short commentary*: a concise discussion of the main subjects from *Aristotle's Physics*, which generally does not follow Aristotle's order of argumentation, nor his formulations, but which is a survey of what Aristotle says in the style of the commentator, with his own formulations and examples, and occasionally with his own digressions, in which things are discussed which are not in Aristotle at all. Indeed, several parts of *Ibn Rušd's Short Commentary* and *Ibn Bājja's commentary* have a similar structure. The difference is that Ibn Bājja's treatise is often less systematic and logically ordered than that of Ibn Rušd.

In this paper we shall discuss *Physics*, Book I, chapter 1, and compare the Arabic commentaries, among which Ibn Bājja's commentary, with each other and with the Greek commentary of Philoponos.

In *physics* I, 1 Aristotle presents his method of obtaining knowledge about nature. He states that real knowledge about a subject consists of knowledge of its principles, causes and elements (184a 11 – 16), and then he discusses the way to find these (184a 16 – b12). This text has presented problems to commentators from Theophrast until the present time.

In the first place there has been a discussion about the meaning of the words principles, causes and elements. Most modern commentators agree that in *Physics I* they mean practically the same thing. In Book I of the *Physics* Aristotle discusses the principles of changing things, and he finds them to be matter, form and privation. These principles are what we would call general concepts, or points of view, used in the explanation of a phenomenon, sc. the phenomenon of " a changing thing ", and these general concepts Aristotle calls principles, causes and elements.

The Greek and Arab commentators tried to identify the meaning of these words with the four Aristotelian causes (material, formal, efficient and final cause) . They all agree that " elements " (στοιχεῖα, usṭuqusāt) refers to the causes which are internal in the thing of which they are the causes, so these are the material and formal cause. As far as the meaning of " principles" and " causes " is concerned, the commentators differ according to the following scheme :

Problems in Aristotle's Physics I,1 and Their Discussion by Arab Commentators

PAUL LETTINCK*

Aristotle's *Physics* has been commented upon by several Arab philosophers, e. g. Ibn as-Samḥ, Ibn Sīnā, Ibn Bājja, Ibn Rušd. The texts of these commentaries have all been published. Ibn Bājja's commentary is the one which was published most recently, in 1973 and 1978. These editions were made from a manuscript, which was the only one known to the editors at that time . Another manuscript has been (re)discovered recently , which contains a more complete text. An edition of the parts, which were still unpublished, is contained in : P. *Lettinck*, *Aristotle's Physics and its reception in the Arabic world* ; with an edition of the unpublished parts of Ibn Bājja's Commentary on the Physics (see bibliography). The book also contains a list of differences between both manuscripts.

Ibn Bājja's commentary is interesting, firstly because he is a precursor of Ibn Rušd , who has used Ibn Bājja's commentary in writing his commentaries on the *Physics* , and who discusses his ideas and sometimes disputes him . Furthermore , some of Ibn Bājja's ideas are different from those of Aristotle and they have been the subject of discussion throughout the Middle Ages in the Latin West (e. g. about the laws of motion).

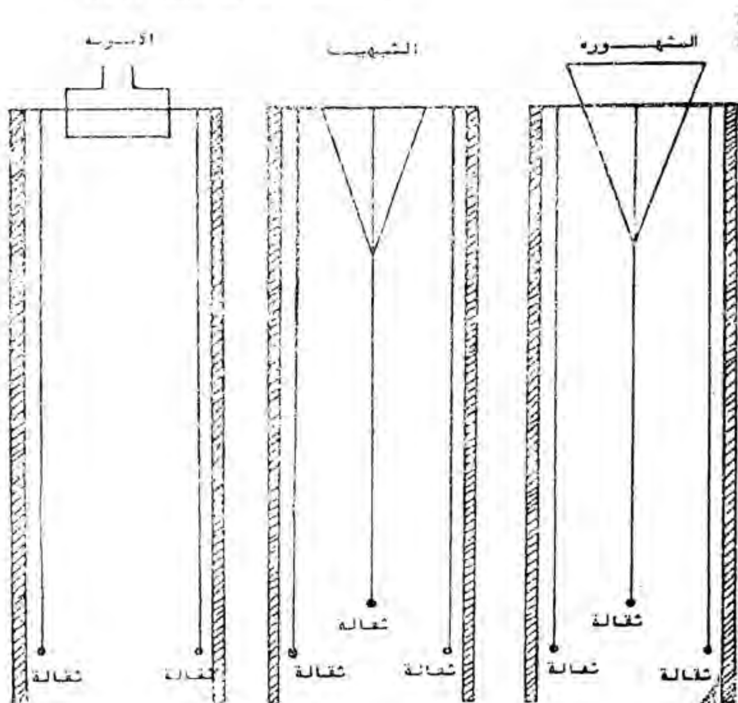
The above mentioned book of Lettinck contains an account of the text of *Ibn Bājja's Commentary on the Physics*, a comparison with preceding commentaries (Greek and Arabic) in order to establish by whom he may be influenced , and a comparison with Ibn Rušd's commentaries in order to establish Ibn Bājja's influence on him . A comparison with other commentators, and with Aristotle's text, is also necessary to understand Ibn Bājj's text at some places, because when one reads the text on its own, the meaning of some passages cannot be understood ; there are arguments which are incomplete or formulated so elliptically that it is not clear what he means . It is sometimes possible to gain understanding by comparing such passages with parallel ones from other commentaries. The commentary of Ibn Bājja

* Paper given at the Fourth International Symposium for the History of Arabic Science, Aleppo, April, 1987.

J. H. A. S. 92 – 93 – 1994 : Vol. 10 : pp. 91 – 109 .

de hauteur entre les deux emplacements . L'amenée d'eau sera difficile s'ils sont de niveau , facile si le point d'arrivée est plus bas, impossible dans le cas contraire.

Voici le dessin des trois niveaux:



Ainsi prend fin ce chapitre. Louons Dieu pour ses bienfaits et appellons sa bénédiction et le salut sur son serviteur et envoyé, Muhammad, et sur ses descendants sans taches.

l'inverse; et s'il y a égalité, ils sont de niveau. Tu transporteras de même la seconde pièce de bois du deuxième lieu en un quatrième, sans déplacer l'autre, et ainsi de suite jusqu'au point ultime qui marque la fin des mesures, enregistrant et comparant montées et descentes: si elles / se compensent, les points / d'arrivée et de départ seront de niveau; sinon, comme nous l'avons dit, l'amenée d'eau sera soit aisée, soit impossible /. 201ᵛ W 134ʳ Ḥ 89ʳ Q

Pour utiliser la plaque de cuivre, nous passerons le fil par les trous de ses oreilles, de façon qu'elle soit en son milieu et observerons le fil fin : s'il suit la hauteur du triangle (c'est-à-dire passe par son sommet), les deux emplacements sont de niveau ; sinon, le sommet du triangle se porte vers le côté le plus haut, comme nous l'avons montré. La suite des opérations demeure inchangée.

Pour utiliser / le tube, nous y passerons le fil, de façon que l'instrument soit en son milieu, et nous ferons tomber de l'eau goutte à goutte dans le trou percé à mi-longueur : si elle ressort aussi bien des deux côtés, le sol est de niveau ; sinon, / elle sortira en plus grande quantité du côté le plus bas. Cela est évident et se passe d'explication. La suite des opérations demeure inchangée. 189ʳ A [332 N, 87ʳ D]

Mais revenons au traité.

– Il a dit :

Tu observeras la languette de la balance : si elle est sur la châsse, le sol est de niveau ; sinon, elle penche du côté le plus élevé. On déterminera la différence d'altitude en abaissant le fil depuis le sommet de la pièce de bois, jusqu'à ce que languette et châsse se superposent : ce sera la hauteur dont on aura abaissé le fil.

– Je dis :

Si on abaisse le fil jusqu'au pied de la pièce de bois, sans que la languette vienne sur la châsse, nous passerons dans l'instrument un fil plus court, de plus en plus court, jusqu'à ce qu'elles puissent se superposer. On maintiendra toujours l'instrument au milieu du fil.

– Il a dit :

L'un des deux hommes va ensuite du côté où le nivellement doit se poursuivre, et l'autre reste à sa place, la suite des opérations étant comme susdit. On enregistrera séparément montées et descentes, puis, des deux montants obtenus, on retranchera le plus faible du plus élevé ; restera / la différence 202ʳ W

Une fois les deux pièces de bois bien droites , observons la languette de la balance , c'est-à-dire l'aiguille de fer montée au milieu de l'instrument.

Si elle est sur la châsse, elle-même verticale parce que lestée, les emplacements des deux pièces de bois sont à égale distance du centre de la terre. Elles représentent , en effet, deux segments / des côtés d'un triangle ayant celui - ci pour sommet et le fil pour base , la languette jouant le double rôle de médiatrice et de hauteur . Dans le cas d'un triangle non isocèle , cette hauteur ne serait pas médiatrice et se rapprocherait de l'un des côtés ; mais ici , le cas diffère et le triangle est isocèle. Retranchons de ses côtés égaux la longueur , égale , des pièces de bois : restent deux différences égales , soit la distance entre chaque emplacement et le centre de la terre; ce que nous voulions démontrer. 133v Ḥ

Si la languette incline d'un côté , c'est le plus haut. En effet , les deux emplacements ne pouvant être alors de niveau , le triangle n'est pas isocèle , et , la châsse représentant la médiane passant par le centre de la terre , la hauteur ne peut être médiatrice de la base et se rapproche du côté le plus court. / Châsse et hauteur étant issues / du centre, l'angle de la médiane (la châsse) et de la demi-base attenante au côté le plus court , est aigu ; et l'autre , / ouvert sur le côté le plus long , est obtus. La médiatrice de / la base (la languette) se situe donc nécessairement entre la châsse et le côté le plus long , indiquant le lieu le plus haut. 201r W 331 N 188v A 98r K

/ Abaissons alors le fil / petit à petit depuis le sommet de la pièce de bois la plus élevée . jusqu'à ce que la languette soit sur la châsse : la hauteur dont on aura abaissé le fil est nécessairement égale à celle de l'emplacement de cette pièce de bois par rapport à l'autre. Graduons les deux pièces de bois suivant une même unité de mesure , telle que le doigt ou un équivalent, et nous connaîtrons la hauteur en fonction de cette unité. 69r M, 93v Ẓ

Puis, une fois déterminé le surcroît de hauteur de son emplacement , transportons la première pièce de bois en un troisième lieu , sans déplacer la seconde , et recommençons. Si le deuxième emplacement s'avère à son tour plus élevé , la somme des deux hauteurs nous donnera celle du premier lieu par rapport au troisième. S'il s'avère plus bas, on comparera les deux hauteurs mesurées: si la première l'emporte , le premier lieu est plus haut que le troisième ; si c'est la deuxième c'est

– *Je dis* :

C'est un tube de roseau, ou un corps auquel on a donné une forme semblable, c'est-à-dire ce qui, d'un cylindre de révolution plus large, dépasse d'un autre plus étroit, les circonférences de leurs bases ayant même centre, et leurs génératrices même longueur. / Au milieu du tube, il y a un petit trou pouvant laisser passer l'eau goutte à goutte. Tel est l'instrument utilisé ; quant à l'opération elle-même, nous allons la décrire. 93r Z

– *Il a dit* :

Pour niveler, passe un fil de quinze coudées dans l'un de ces instruments, au choix, de façon que les deux moitiés du fil sortent [également] de chaque côté.

– *Je dis* :

L'auteur veut dire que l'instrument doit être au milieu du fil.

– *Il a dit* :

Les deux extrémités / du fil reposent sur deux pièces de bois parfaitement dressées, longues de cinq empans et tenues par deux hommes, chacun d'un côté. 88v Q

– *Je dis* :

Il veut dire qu'ils sont respectivement du côté des points de départ et d'arrivée de l'eau.

– *Il a dit* :

Ils sont distants de la longueur du fil.

– *Je dis* :

A partir de là et avant de revenir au traité, expliquons en détail ce qu'il dit de l'usage / des trois instruments. Il reste, en effet, / trop succinct. 330 N 86v D

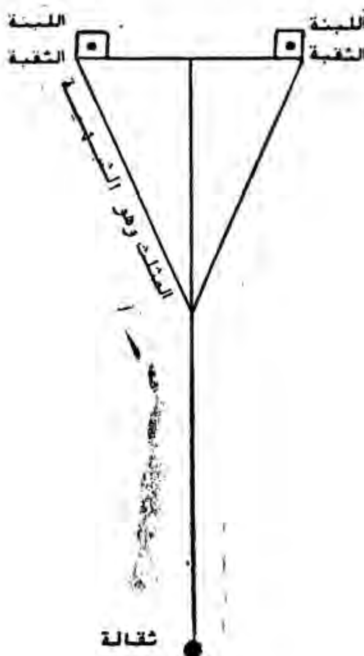
Pour utiliser / le premier instrument, appellé " le bien connu " dans ce qui suit, nous y passerons / le fil, de façon que l'instrument soit en son milieu. Nous commanderons ensuite aux deux hommes de tenir les extrémités du fil au sommet des deux pièces de bois verticales de cinq empans, et de suspendre un poids à ce sommet, pour juger de leur inclinaison. Le poids, en effet, se porte naturellement vers le centre de la terre, selon une droite perpendiculaire au plan de l'horizon, tendant dans la même direction le fil qui le retient. Si donc le fil suit la pièce de bois, elle est verticale; sinon, elle penche. 188r A 200v W

– Il a dit :

On peut aussi façonner une plaque de cuivre triangulaire, avec deux oreilles aux extrémités de la base, / semblables à celles de / l'alidade d'un astrolabe. Un fil fin est suspendu à un trou percé, au pied de la hauteur au milieu de la base, un plomb attaché à son extrémité. 200r W 187v A

– Je dis :

Par " au pied de la hauteur ", l'auteur veut dire le milieu de la base, et par " triangle ", / un triangle parfaitement isocèle (sinon, les mesures seront mauvaises). Voici le dessin: 97v K



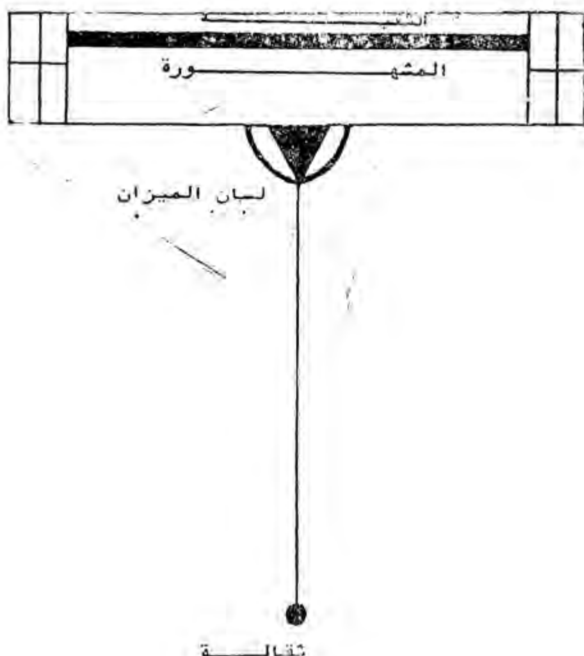
/– *Il a dit :* 329 N

Quant au tube, / il est bien connu. 133r Ḥ

la longueur . Au milieu de la pièce de bois , tu monteras ensuite une aiguille de fer verticale , avec une châsse , comme pour les balances . Tu lesteras l'anneau de la châsse d'un peu de plomb .

– Je dis :

Cette pièce de bois est un cylindre de base rectangulaire d'un doigt sur deux , dont il convient de couper la surface (la base) en deux : longitudinalement par une ligne joignant les milieux des petits côtés; transversalement par une autre, joignant ceux des grands côtés . Circulaire , le trou est centré à l'intersection de ces deux lignes. Il sera mieux que son centre soit déporté vers l'un des petits côtés , à condition toutefois de la laisser sur la ligne longitudinale , et de monter l'aiguille verticale , située au milieu de la pièce de bois , à l'opposé du côté où le trou est déporté; comme sur ce dessin:



– *Il a dit* < Al- Baghdādī > : CHAPITRE

Le pesage de la terre

Je dis < Al-Fārisī > :

Le terme " pesage " ne désigne pas ici l'opération dont nous avons parlé au sujet des métaux , mais , comme l'auteur nous le signale plus loin , [la mesure] de la différence d'altitude entre deux points de la surface du sol . On n'en a besoin que pour / creuser , d'un lieu à un autre , un canal ou un *qanât* . 88r Q

En effet , l'eau est un corps liquide et pesant qui , laissé à lui - même en un point , ne peut que descendre vers le centre de la terre , sa nature lui interdisant de monter . Obéissant à celle-ci , / l'eau s'écoulera donc aisément sur toute surface aux 92v Ẓ parties successives de plus en plus proches du centre . Si la distance à celui-ci reste constante , l'amenée d'eau est difficile , car , rien ne l'incitant à se porter en avant , il faut alors que quelque chose la pousse . Si la distance au centre croît , nous voilà dans le cas inverse du premier , / et l'amenée d'eau est 86r D impossible .

D'où cette nécessité de connaître la différence de hauteur entre points d'arrivée et de départ de l'eau . Si celui - là est plus bas , l'amenée d'eau sera aisée , même s'il faut fendre le rocher, percer les collines , égaliser / les ravins / (la nature du terrain ne 328N, 132vḤ constitue pas alors / un obstacle) . S'il en est autrement, elle 187r A sera / difficile, ou impossible . 199v W

– *Il a dit* :

Pour creuser un canal ou un *qanât*, et mesurer la différence de hauteur entre deux lieux , tu as le choix entre plusieurs procédés.

– *Je dis* :

Chaque procédé consiste à utiliser l'un des instruments appropriés . A vrai dire , comme il y a plusieurs instruments , il y a aussi plusieurs procédés. L'auteur fait état de trois instruments, comme nous allons le voir en détail.

– *Il a dit* :

Pour l'un d'eux , tu tailleras une pièce de bois d'une coudée de long , sur environ deux doigts de largeur et un d'épaisseur , / 68v M parfaitement dressée . Tu y perceras un trou / dans le sens de 26v F

Le livre d'Al-Fārisī est particulièrement important pour l'histoire des mathématiques, il nous donne une idée très précise de l'état des mathématiques au 13e siècle .

L'ouvrage comporte une introduction et cinq traités sur : l'arithmétique; les transactions et les règles des ventes; la géométrie; et les deux derniers sont sur l'algèbre.

En outre on trouve, dans le traité de géometrie, deux chapitres particuliers l'un sur les poids spécifiques des substances minérales et l'autre sur le nivellement de la terre.

Al- Fārisī écrit son ouvrage, plutôt son encyclopédie, avec grand exactitude et beaucoup de clarté, il démontre, détaille, éclaircit, analyse, développe et explique les problèmes et les formules mathématiques; il donne des exemples numériques, et ajoute des études importantes, puis il contredit quelquefois Al-Baghdādī et corrige ses fautes.

Al-Fārisī cite fidèlement l'original et fait suivre immédiatement chaque citation d'un commentaire mathématique ou linguistique.

3 – *Les manuscrits utilisés* :

Nous avons édité le texte en utilisant les manuscrits suivants:

A. Le commentaire : *Āsās Al-Qawāᶜid fī Uṣūl Al-Fawā'id*

1 – 'Aḥmad III, N° 3132, Istanbul-Turquie, désigné par: A

2 – 'Aḥmad III, N° 3140, Istanbul– Turquie, désigné par: Ḥ

3 – 'Aḥmad III, N°3155, Istanbul–Turquie, désigné par: M

4 – Malli, N° 1307, Téhéran- Iran, désigné par: N

5 – Al-Wazīr Šahīd ᶜAlī Bāšā, N° 1972, Istanbul-Turquie, désigné par: W

6 – Ẓāhirīya, N° 7542, Damas, Syrie, désigné par: Ẓ

7 – Khuda Bakhch de Patna, N° 2012, Inde, désigné par: KH

8 – Astān Quds Raḍwy, N° 5641, Mashad, Iran, désigné par : D

9 – Astān Quds Raḍwy, N° 5578, Mashad, Iran, désigné par : Q

10 – Köprülü, N° 941,1 Istanbul, Turquie, désigné par : K

B. Le texte commenté

– British Library, OR 5615, désigné par : F

4 – Traduction du chapitre de " Le pesage de la terre ".

On trouve le texte arabe dans la partie arabe de ce volume du : *Journal for the History of Arabic Science* .

1 – *Résumé de la biographie de Kamāl Al-Dīn al-Fārisī*

Al - Fārisī[1] est né en Iran, mais on ne sait pas dans quelle ville. Il a beaucoup voyagé en cherchant le savoir auprès des grands savants, dit-il dans les introductions de ses ouvrages. A' la fin de ses voyages, il a rencontré Ibn Al-Khawām Al-Baghdādī (né en 643H/1245 ap. J. C.) à Ispahan, chez qui il a fait son éducation mathématique .

En 700 H, il a voyagé à Tabriz où il s'est affilié au cercle d'Al-Shīrāzī (634 – 710 H / 1236 – 1311 ap. J. C.) (élève d'al-Ṭūsī 597 – 672 H/1201 – 74 ap. J. C.). Al-Fārisī est devenu le brillant élève d'Al-Shīrāzī et ce dernier, dans son ouvrage *Fa^calt Falā Talm* : فعلت فلا تلم l'a surnommé " le fils le plus cher , le meilleur imam , le plus savant , un modèle pour les gens intelligents, le roi des savants, et un religieux exemplaire Hasan Ibn ʿAlī Al-Fārisī ... "

D'autre part, on peut dire qu' Al-Fārisī a occupé une place importante dans sa société , en citant la parole de son professeur Al -Shīrāzī qui est le plus grand savant de son temps .

Al-Ḥasan ibn ʿAlī ibn Al-Ḥasan Al-Fārisī, Kamāl Al-Dīn est mort le vendredi 19–Dju-l-kaʿde 718H / 12 Janvier 1319 ap. J. C. à *Tabriz*, et il vécut /53/ ans, par conséquent il naquit en 665 H/1266 – 1267 ap. J. C.

Kamāl Al-Dīn compose plusieurs ouvrages en mathématiques et en optique.

Les livres les plus importants sont:

- Āsās al-Qawāʿid fī Uṣūl al-Fawā'id.
  Les fondements des règles concernant les principes des acquis.
- Taḏkirat al-'Aḥbāb fī Bayān al-Taḥāb.
  Mémoire des amis pour montrer l'amiabilité.
- Tanqīḥ al-Manāzir li-dhawī Al-Abṣār wa Al-Baṣā'ir.
  Revision du livre des Aspects.
- Kitāb Al-Baṣā'ir fī ʿIlm Al-Manāzir.
  Livre des Aspects en optique.

2 – Présentation du manuscrit : *Āsās Al-Qawāʿid fi Uṣūl Al-Fawā'id*

L'ouvrage : *Āsās Al-Qawāʿid fi Uṣūl Al-Fawā'id* est un commentaire du livre de : *Al-Fawā'id Al-Bahā'iyya fi Al-Qawāʿid Al-Ḥisabiyā*

(1) MAWALDI Moustafa, *L'Algèbre de Kamāl Al-Dīn Al-Fārisī* , Édition critique, Analyse mathématique et Étude historique en 3 Tomes , Thèse (Université de la Sorbonne Nouvelle), 1989, p. 20 .

Le Pesage de la Terre chez Kamāl Al-Dīn Al-Fārisī

M. Mawaldi* & P. Landry**

Les savants arabes s'intéressent au sujet de " Le pesage de la terre " comme Al - Karajī (Mort au début du 5ème H – 11ème ap. J. C.) dans ses ouvrages = *L'Exploitation des Eaux Souterraines* et *Le Livre Suffisant sur la Science de l'Arithmétique*; Al - Khāzinī (fl. en 12ème ap. J. C.) dans son livre : *La palance de la Sagesse*; Ibn Al-Khawām Al-Baghdādī (né en 643H/ 1245 ap. J. C.) dans son ouvrage : *Les Acquis Eclatants concernant les Règles de l'Arithmétique*; et Kamāl Al-Dīn Al-Fārisī (1266 / 1267 – 1319 ap. J. C.) dans son manuscrit : *Les Fondements des Règles cancernant les Principes des Acquis* : On ajoute le chapitre " Le pesage de la terre" habituellement aux livres hydrauliques, mathématiques générales, et les mathématiques à l'usage des agents du fisc , comme[1] : *Kitāb al - Ḥāwī li'l-aʿmāl as-sulṭāniya wa rusūm al-ḥisāb ad-dīwāniya*, Paris, Bibl. Nat. ms. arabe nº 2462 .

Le chapitre de " Le pesage de la terre" comporte en général la description des instruments par lesquels on mesure la différence d'altitude entre deux points de la surface du sol, et le fonctionnement des instruments pour creuser, d'un lieu à un autre, un canal ou un *qanāl*. On n'aborde pas le sujet au point de vue historique , mais on veut publier principalement le texte édité du chapitre " Le pesage de la terre" du manuscrit: *Āsās al Qawāʿid fī Uṣūl al -Fawā'id* – Les Fondements des Règles concernant les Principes des Acquis- , de Kamāl Al-Dīn Al-Fārisī, avec la traduction de ce chapitre en français .

Le traité comporte les points suivants:

1 – Résumé de la biographie de Kamāl Al-Dīn Al-Fārisī.
2 – Présentation du manuscrit: *Āsās Al-Qawāʿid fī Uṣūl Al-Fawā'id* .
3 – Mentionner les manuscrits utilisés en faisant l'édition.
4 – Traduction du chapitre de " Le pesage de la terre ".

Nous allons développer les points précédents.

* Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, SYRIA.
** 187 Boulevard de la Republique, 92210 SAINT CLOUD, FRANCE .

(1) CAHEN claude, " Le Service de l'Irrigation en Iraq au Début du XIe Siècle", *Bulletin d'Études Orientales*, Tome XIII, Années 1949 – 1950, Institut Français de Damas, Damas, 1951, pp. 117 – 143.

J. H. A. S. 92 – 93 - 1994 : Vol 10 : pp 81 – 90 .

References

1. – *Haddad*, Farid Sami : Ibn Zuhr (Avenzoar) (1091 – 1162). *Acta Belg Hist Med* 1991 IV (3) 135 – 46 .

2. – *Ibn Zuhr*: *al-Taysīr fi'l Mudāwāt wa'l Tadbīr* [Simplified therapy] ed by Michel al-Khouri, Damascus, *dār al-fikr*, 1983 .

3. – *Haddad*, Farid Sami: Abulcasis *Ann Rep Orient Hospital* 1961 14 73 .

4. – *Haddad*, Farid Sami: abu Al–qāsim al–Zahrāwi in *dā'irat al–ma'ārif* . Beirut: Catholic Press 1964 5 54 – 7.

5. – *Haddad*, Farid Sami: Al - Zahrāwi, jarrāḥ al -ᶜArab al-akbar (936 ? – 1013) *Leb Med J* 1966 19 29 – 38 & majallat al-ᶜUluwm 1967 12 (2) 29 – 33.

6. – *Haddad*, Farid Sami: Al-Zahrāwi, jarrāḥ al-ᶜArab al - akbar (936? – 1013) *al-Mithāq* 1968 5 (2) 297 – 302.

7. – *Haddad*, Farid Sami: Abulcasis. *Abbottempo* 1968 3 22 – 5.

8. – *Haddad*, Farid Sami : Zahrāwi (930 – 1013) , the great Arab surgeon *XXI Congr* *Hist Med Siena* 1968 09 22 – 28. 1970 1600 – 7 .

9. – *Haddad*, Farid Sami: *al-Zahrāwi*, jarrāḥ al-ᶜArab al-akbar (936? – 1013) *majallat al - Ṭibb al-ᶜArabiyyah* 1982 1 (4) 94 – 6.

10. – *Haddad*, Farid Sami: *al-Zahrāwi*, jarrāḥ al-ᶜArab al-Almaᶜ (936?–1013) *al-qāfilah* 1984 – 5 33 (4) 44 – 7 .

11. – *Haddad*, Farid Sami: Chap. 13 pp. 89 – 95 in *Mukhtārāt min Tārīkh al-Ṭibb* by Burhān al-ᶜAbid. Damascus: al-Dāwudi Press 1986 – 7.

Additional references

a. – *Hamarneh*: *fihras dār al-kutub al - Ẓāhiriyyah bi-Dimashq*, 1969 pp. 174 – 5.

b. – *Hamarneh*: *Catalogue of Arabic manuscripts on Medicine and Pharmacy at the British Library*. 1975 pp. 131 – 74.

c. – al-Ṭabīb al-ᶜArabī ibn al-ᶜAynzurbī . *Abḥāth al-Nadwah al -ᶜAlamiyyah al-'Ulah li-Tārīkh al-ᶜUlūm ᶜinda'l Arab*, 1977 p. 668 and English Proceedings, IHAS Vol. 2 p. 320.

d. – *Tārīkh Turāth al-ᶜUlūm al-Ṭibbiyyah ᶜinda'l Arab* (Yarmuk Univ., 1986 pp. 371 – 3.

e. – ᶜĀ'ilat bani Zuhr al-Andalusiyyah wa Āthār ᶜUlamā'iha al-Aṭibbā'. *Majallat al-Yarmuk*. 1991 vol. 1 N 32 pp. 26 – 9.

برحمة الله ، وكان بعيداً من مهنة(٦٣٨) الأعمال . وأما أنا فإنّ في نفسي مرضاً من أمراض النفوس من حب أعمال الصيد لانيين وتجربة الأدوية والتلطّف في سلب بعض قوى الأدوية وتركيبها في غيرها ، وتمييز الجواهر وتفصيلها ومحاولة ذلك باليد . وما زلت مغرماً بذلك مبتلىً بحبه ، فسلكت هذا المنهاج شهوة فيه وإن كان على ماهو عليه من الامتهان . غير أني ألتذّ بعمله(٦٣٩) كما يلتذّ غيري بالفلاحة وبالقَنْص . وإنما ذكرت من أعمال اليد ماذكرت لأنه إذا اضطُرّ الطبيب في نفسه أو فيمن يحضره ممن يغتنم الأجر فيه لابدّ (له)(٦٤٠) أن يعمل مايحسن عمله ممّا خفّ، وأما مايكون من الأعمال المستقذرة القبيحة ، كالشق على الحصى(٦٤١) ، فإنّ الحر لا يرضى لنفسه يعمل ذلك ولا بمشاهدته ، وما أظن أن الشريعة تبيحه إذ فيه كشف العورة وكشفها حرام.

13. – ibn Zuhr liked surgery from *al-Taysīr* page 320.

Ibn Zuhr has expounded his views on the relative value of theory and experience; he definitely favors observation and the experimental approach over theoretical considerations which he calls "safsaṭah" Talk is composed of truth and falsehood and some arguments are proof, others persuasions, others sophistry and still others imaginary . Proof is a just balance in arguments ... When one is versed in logic especially if one is a physician, only then can one distinguish between truth and falsehood; ... experimentation alone can establish truths and demolish falsehoods" (pp. 326 – 7).

وكذلك كل ما ذكرته في كتابي هذا وأثبته لا شك أنه سيروم من يتعسف تزييفه بالكلام وأنا احاكمهم ، كنت حيا أو ميتا ، إلى التجربة فإنّ الكلام يدخله الصدق والكذب ، والحُجج منها ماهو برهان ومنها ماهو إقناع ومنها ماهو سفسطة ومنها ماهو تخيل(٦٨٨) . والبرهان هو ميزان حق في الحجج ، لكن كثيراً ما تدخل فيه أقوال (إما جدلية إقناعية وإما سفسطة وإما أقوال تخيلية ، وليس يفرق بين الأقوال)(٦٨٩) إلا البصير بعلم المنطق وخاصة إن كان بصيراً بعلم الطب ، فحينئذ يمكنه أن يميز الحق من الباطل فيما يكون له بالطب معلق . وكثيراً (قد يُمَوِّه)(٦٩٠) عليه من شأنه المحاجة ، والتجربة وحدها هي التي تثبت الحقائق وتذهب البواطل .

14. – Experimentation vs sophistry from *al-Taysīr* page 326.

Acknowledgement

This is to acknowledge my indebtedness to Norman Brown for the figures.

4. – *Urethrolithotripsy for urethral stones* – He is a pioneer in the description of the use of a diamond tip for breaking stones in the urethra " A very fine sound with a small diamond on its tip is introduced until it reaches the stone which is fragmented by the contact" (p. 297); this is a precursor of modern day lithotripsy.

ذِكْرُ مَايَعْرِضُ فِي القَضِيْبِ[٤٥١]

والقضيب يصيبه في المجرى السدة ؛ إما لحصاة وإما لقيح غليظ أو لدم عبيط . فما كان عن حصاة فإن القثاطير[٤٥٢] نافعة في ذلك ، وإن دس إلى الحصاة ميل رقيق في غاية الرقة في طرفه حجر صغير من حجارة الماس فإنها عندما يمس فيها تتفتت الحصاة . وللدهن البشامي اختصاص في تفتيتها وكذلك لدهن

12. – Diamond tip for lithotripsy from *al-Taysir* page 297.

5. – *Hysterectomy for uterine lesions* – This is the surgical removal of the uterus, which is among his innovations in the surgical field (pp. 149 – 50 & 299).

6. – *Drainage of abscesses* – A special section is devoted to the discussion of abscesses, ulcers (including the rodent ulcer), skin inflammations in their various types such as erysipelas, anthrax etc and pruritus and their different treatments including poultices that help ripen an abscess (pp. 327 – 37).

The name given by ibn Zuhr to surgery is : "a'māl al-yad" [hand work] and he calls the surgeon: "*Ṣāni*ᶜ *al-yad*" (manual artist) an obvious translation from the Greek, originally made by Isḥāq ibn Hunayn and also used by al-Zahrāwī . It seems that the word " jirāḥah " was first used by al'Aynzurbī [c].

Unlike his father who believed that surgical operations should be left to the assistants , ibn Zuhr liked surgery and liked to perform surgical operations " As for me, I had a psychological affection , I liked hunting and the experimentation with medications... all this manually; I was so infatuated with this that I considered it an affliction which led me into this path by a strong desire, although it was somewhat demeaning, however I thoroughly enjoyed these exercises, just as someone else might enjoy gardening or falconry. I mentioned some surgical procedures because the physician might be obliged to perform whatever he can of simple surgical procedures " (p. 320) . He actually started to perform experimental surgical operations on animals when he was still a young lad; he had then the occasion to study the healing power of the trachea by performing a tracheostomy on a goat and subsequently observing how the tracheal wound healed (pp. 149 – 50) .

8. – *Manual reduction of dislocations* (pp. 318 – 9).

C. – In the third category, he describes surgical operations for the treatment of a variety of diseases; this category includes :

1. – *Ophthalmic operations for the treatment of meibomian cysts, trichiasis, cataract and foreign bodies in the eye* – In this relatively long section (30 pages: from p. 47 to p. 76), ibn Zuhr also discusses anatomy of the eye, lice of the eyelashes, strabismus, inflammations (dacryocystitis) ulcers, pupillary lesions, and optic atrophy.

2. – *Tracheostomy for the relief of laryngeal obstruction, as from laryngismus stridulus* – He had experimented with tracheostomy on goats " When I was a student,... I would incise the trachea of a goat after having incised the skin and the subcutaneous fascia, then I would remove a piece of trachea smaller than a lupine seed then I would irrigate the wound with water and honey... " (pp. 149 – 50).

كنت في وقت طلبي إذ قرأت هذه الأقوال ، شققت قصبة (رئــة)(٢٠) عنز(٢١) بعد أن قطعت الجلد والغشاء تحته وقطعت من جوهر القصبة قطعاً باتاً(٢٢) دون قدر التُّرمُسَة ، ثم التزمت(٢٣) غسل الجرح بالماء والعسل حتى التأم ، وأفاق(٢٤) إفاقة كلية وعاش مدة طويلة وعندما أخذ الجرح في الانكماش والاندماج ، كان يُذرَّر عليه جوز السرو مسحوقاً منخولاً حتى أفاق، ولكنْ هذا شيءٌ لم يستعمله أحد ممن (لحقناه وممن)(٢٥) لحقه سلفنا فلهذا لم أذكره بدءاً .

10. – Tracheostomy from *al-Taysīr* pages 149 – 50.

3. – *Operations for abdominal and intestinal trauma* – He is one of the first to suggest the use of silk in suturing the traumatized abdominal wall and traumatic lesions of the bowel as well as bowel resection when a segment of bowel is not viable (p. 198).

ذِكرُ جراحاتِ البَطْن(٣٤٢)

ويعرض في البطن الجرح إما بحديدة (حديدة)(٣٤٣) (أو بخشبة حديدة)(٣٤٤) تشق جلدة البطن والمراقّ معاً فيبرز الثَّربُ(٣٤٥) وعن بروزه يجب أن يصرفه صانع اليد . وإن أصابه تراب أو غبار أو نشارة خشب فيجب أن يغسل ذلك عنه بماء فاتر ثم يصرفه برفق ، فإن تمزق منه جزء أو اسودّ فالحزم أن يقطع عنه ماتمزق وفسد ثم يصرفه إلى البطن ويخيط عليه (بخيط حرير)(٣٤٦) إبريسم . وصانع اليد(٣٤٧) كفيل بعمل ذلك ، وإنما (أعرفه(٣٤٨) علماً لا عملاً ، ويضع على الخياطة ما يعين على الالتحام . ومع ذلك فيجب بسبب(٣٤٩) الجرح أن

11. – The use of silk suture for wounds of the abdomen and bowel resection from *al-Taysīr* page 198.

قد اكتسب قوة من (قوى الأدوية)(٥٢٣) المجففة التي شأنها أن تنبت اللحم ، وفي العسل نفسه من القوة المنبتة للحم حظّ ليس باليسير .

7. – Vaginal douching from *al-Taysīr* page 306.

5. – *Cotton in the reduction of uterine prolapse* – The cotton is immersed in a warm solution of oil of roses and oil of lilies (p. 309) .

وأما إن كانت الرحم بالهواء قد تغيّرت بعض التغيّر فيجب أن تحمل عليها وهي من خارج قطناً كثيراً مغموساً في زيت ورد ودهن سوسن بشطرين بعد تدفئتهما حتى عادا كاللبن(٥٤٨) حين يحلب ، يتردد(٥٤٩) القطن بذلك متى رُفع(٥٥٠) واحد وُضع آخر هكذا حتى يذهب ماقد حدث ولحج في العضو ، فعند ذلك يرام إعادتها إلى موضعها وتعالج بما ذكرته من العلاج دون إغفال شيء منه . وذكر الأطباء أنه قد تتعفن معاليق الرحم فتسقط وتبقى المرأة حية لايضرُّها ذلك (في معاشها .

8. – Cotton in the reduction of uterine prolapse from *al-Taysīr* page 310.

6. – *Manual reduction of fractures* - He gives a perfect description for the reduction of fractures on a flat surface with the use of both hands , first separating the broken fragments, then reducing the fracture very carefully letting the muscles bring the fragments together and then immobilizing the fracture in a special splint made of bamboo sticks after covering the skin with a layer of oil; the bamboo sticks are fashioned into a splint and secured with a bandage which ought to be moderately tight, not too tight nor too loose; the splint should be frequently replaced and the area inspected; he also mentions the necessity of having an experienced assistant or several assistants for difficult fractures; he dœs not omit dietary suggestions (pp. 314 – 8).

7. – *Cotton in the stabilization of fractures of the nose* – He uses a cotton mold inside the nasal cavity and an external splint . He changes the mold frequently and irrigates the nose with water and honey to remove the secretions (pp. 317 – 8) .

وأما إن كان التكسُّر في الأنف فلا بد (لك)(٦١٦) إن كان قد آرتص كله من قالب تدسه فيه مما له منفعة(٦١٧) ، ويكون ذلك من قطن مفتول . ولا بد لك من خارج مما يمسكه ، فليُتَّخَذْ من الصموغ على خرقة متينة مطويّة على طاقات ملزوقة طاقة إلى طاقة حتى يكون لها غلظ ، فتضع بعضها على الأنف من فوق الكسر بكثير ومن تحته بكثير ، بعضها من الجانب الأيمن وبعضها من الجانب الأيسر كذلك ، وتلزقها(٦١٨) على الأنف وتتفقدها بعينيك من خارج . فإن أمدّ

9. – Cotton mold in nasal fractures from *al-Taysīr* page 317 .

يُدسّ هكذا حتى تعهد[٦٠] الأعضاء ذلك ولا تنفُر منه ، فيُصبّ في الطرف الواسع
الذي (يلي)[٦١] الرجل المحاول لبنٌ حليب أو حَسْوٌ ليصل إلى المعدة فيغتذي به ريثما
يعالج السبب الممرض فترتفع الشكوى . غير أن هذه يتوقع منها أن تُخلّ

5. – Feeding tube from *al-Taysīr* pages 154 – 5.

2. – *Nutrient enema using the bladder of a goat as an enema container*- A silver tube is attached to its mouth and the tip of the silver tube is introduced into the rectum; the contents of the container whether milk or soup are thus introduced into the rectum ; some of this liquid is absorbed in the gut which thus obtains some nutrition (p. 155) .

زعم)[٦٣] شيء تغتذي الأعضاء به ، وهذا وجه ضعيف . والسبيل (القاصد)[٦٤] الذي
يقع الاغتذاء به بلا شك ولا مرية أن يوضع لبن أو حسو في مثانة عَنْزٍ أو غيره ،
ويُربَط في فمها أنبوب فضة[٦٥] ويدس طرف الأنبوب في المَقْعَدَة ويُشدّ على
المثانة ، فيندفع مافيها إلى المِعَى (المُسمّى)[٦٦] المستقيم ، فينال المِعَى من ذلك بعض
الاغتذاء ويمتصه عنه ، ويختطفه منه المعى الذي فوقه فينال منه بعض

6. – Nutrient enema from *al-Taysīr* page 155.

3. – *Manual reduction of hernias and the use of hernial trusses* - In his discussion of hernia, he mentions that it could be caused by trauma (direct trauma or following a jump on a full stomach) or by chronic cough. He recommends the avoidance of coughing, sneezing and raising the voice; the hernia should be reduced and a truss should cover the hernial orifice (p. 196).

4. – *Syringes for irrigation in various gynecological diseases* – He mentions irrigation of the vagina at least four times (pp. 301 – 7); he uses a solution of ambergris (p. 301), or liniment of bitter almonds in oxymel syrup for sterility (p.303); for uterine tumefactions, he recommends irrigation with oil of roses (p. 306) and if the tumefaction becomes purulent, he then recommends irrigation with a watery solution of honey , honey alone or a concoction of powdered barley, vetch, cypress cones, frankincense and honey (pp. 306–7); for painful cancerous growths oil of roses and / or cream of egg albumen are recommended (p. 307).

القِثّاء . وآحقِن المرأة بزيت الورد الذي أسمّيه زيت ورد ، فإن ارتفع ذلك فأمر
جليل قد أتيته ، وإن آل إلى التقيّح فلا بد حينئذ من آستعمال الاحتقان بماء العسل
وبالعسل نفسه . فإذا نَقِي العضو من المِدّة فإنك حينئذ لابدّ أن تأمر بحَقْنه بعسل

أن تكون لابُرء لها وإنما تعرض لمن أسَنَّ . وأكثر ماتكون إذا تعرّض للإنسان أنكاد وكان يكثر الفكرة وتتوالى عليه الهموم . كالذي أصاب أبي رحمه الله عندما ناله من عليّ بن يوسف (مانالَه)[٨٢] ، فإنه احترقت[٨٣] أخلاطه فأصابته نُغْلَةٌ في الجانب الأيسر وامتدت طولاً نحو الشبر . ثم عاد الموضع لا يُحسّ . وكان المتولّي لعلاجه يقطع أجواف النُغْلَة فلا يُحسّ بذلك . ولم يزل الأمر كذلك حتى وصل بالاتصال مضارّ ذلك إلى قلبه ، فعرضه سوء تنفس نحو يومين ومات رحمه الله .

4. – Al-nughlah from *al-Taysir* page 382.

10. – *Hemorrhoids* – Ibn Zuhr treats hemorrhoids with a concoction of basil, pomegranate, iron dust, vinegar, sugar and honey, and sometimes glycyrrhiza (licorice) is added (pp 460 – 1).

11. – *Dental pathology*- The section on Dentistry includes loose teeth and caries. Ibn Zuhr recommends the use of root of asparagus (blackberry or birdwind) water or dilute tar as a mouth wash and powdered carnelian for the arrest of caries especially in their early stages (pp 44 – 5).

B. – In the **second** category, surgical diseases are treated by special instruments, supplies (syringes, cotton etc) or by manipulation; these include:

1. – *Tubes for feeding the patient whose deglutition (swallowing mechanism) is paralyzed* – Ibn Zuhr writes that sometimes the mechanism of deglutition becomes paralyzed either gradually or acutely; this is often a neural affection which first manifests itself by a difficulty in swallowing which gradually worsens until the patient is no longer able to swallow; at first, there might be mild pain, soon, however, the pain abates, but the patient remains without food and without medication, his force diminishes, cachexia sets in and a new strategy becomes necessary; this consists in the introduction of a tube either made of silver or a malleable metal; its proximal end should be wide like a funnel. Ibn Zuhr then describes how the tube is introduced until it reaches the stomach and then milk and soup can be poured in (pp 154 – 5).

أغذيته بسبيل[٥٨] آخر . والسبيل في ذلك إما أن يُتلطّف فيُدخل في حلقه رويداً رويداً أنبوبٌ إما من فضة وإما من قصدير مشدود ، ويكون آخر الأنبوب واسعاً جداً مما يلي المُحاول لذلك بيديه . ولأول مايرام إدخال الأنبوب تتهوع معدته طبعاً ، فلذلك يجب أن يُدسّ منه شيء ثم يُخرَج (قدر مايسكُن ذلك)[٥٩] ، ثم

in 1743 as " induration plastique des corps caverneux " ; however, we have now evidence that ibn Zuhr described it around 1143 i.e. 600 years before " de La Peyronie" ! It should be, henceforth, called " ibn Zuhr's disease" or " Avenzoar's disease".

تقوس)[٤٦٤] (لتورّم يكون)[٤٦٥] في وتَرَاته أو لإفراط جفوف يصيبها . أمّا انقطاع الشكال فأمْرٌ ممتنع العلاج لنزارة قدره وربما برىء . وأمّا مايكون عن تقوُّس يعرض فيه فالتقوس إمّا أن يكون عن إفراط جفوف ، وإمّا أن يكون عن تورُّم . فما كان عن جفوف فيكاد أن يكون البرء ممتنعا ، لكن مع ذلك آمر بأنْ يدهن بدهن اللوز مضروبا بالماء الفاتر كل يوم مراراً كثيرة حتّى لا يخلو عن رطوبة الدهن والماء . وأمّا ماكان من تورم متحجر فيما هنالك فإنّ دهن الشبِتّ وشحم البُرَك ودهن السوسن ومُخ ساق الإيَّل أجزاء متساوية ، إذا دهن بمجموعها[٤٦٦] كل يوم مراراً ظهر الانتفاع به . وقد ذكرت أمراض القضيب ، فأنا آخذ في ذكر الأرحام والفروج .

3. – de La Peyronie's disease from *al-Taysīr* page 299.

7. – *Gynecological diseases* – In this section, ibn Zuhr discusses the physiology of the uterus and its function during labor; then he discusses, at great length, the subject of female sterility and its treatment with medicines, diet and vaginal douching; he then treats the subject of uterine tumors, uterine gangrene, prolapse and amenorrhea. For excessive uterine bleeding, also called menometrorrhagia, he advises to add to the regular diet Palestinian melon (p. 311). He then discusses the pathology of the vulva and of the vagina including congenital anomalies and inflammations (pp. 299 – 314) .

8. – *Varicose veins* – For varicose veins, syrup of camomille (flowers or blossoms), melon seeds and honey are recommended (p. 370).

9. – *al-Nughlah* – Another surgical disease described for the first time by ibn Zuhr is "al-Nughlah" which has been previously thought to be mediastinitis. Here is what ibn Zuhr wrote about it : " ... stress is a big factor in the etiology of al-Nughlah as happened to my father when he suffered at the hands of ʿAli ibn Yusuf, he developed al-Nughlah on the left side where it spread vertically about a hand span; the area became insensitive, his treating physician was able to carve it out without my father feeling that; it continued to spread until it reached the heart; his respiration became labored and he died within two days" (p. 382). This seems to be an acute gangrene or fasciitis of the chest wall rather than mediastinitis !

on animals trying new surgical operations. By his own admission, he was keenly interested in surgery. One cannot fail but get the impression that he also was a master of surgical management. His surgical horizon extended far and wide, from the nose to the lower extremities passing by the pharynx, vagina, urethra, anus... The surgical diseases discussed by ibn Zuhr can be divided into three categories depending on how he advocated their treatment. Diseases in the first category were treated medically by drugs and diet; diseases in the second category were treated by instrumental manipulation and diseases in the third category were treated by operative surgery.

A. – The **first** category of surgical diseases which were treated by drugs and diet, includes:

1. – *Swelling of the tongue* - Macroglossia, tumors, and neurological affections (both sensory and motor) are included (p. 43).

2. – *Swelling of the uvula* (pp. 44 & 144).

3. – *Intestinal obstruction* - In this section, ibn Zuhr describes infection and gangrene of the bowel and their medical treatment (p. 102).

4. – *Colocutaneous fistula* -He observed a case which he describes as follows: " trauma to the abdomen can heal or can be fatal. I have observed a man who defecated from a wound he had previously sustained; he survived for a long time, and was gainfully employed" (p. 199)

وشاهدوه في الناس وفي الحيوانات . وأما أنا فرأيت رجلاً كان يتغوط من جرح
كانَ أصابه ، وبقي كذلك مدة طويلة ، وكان يتصرف في طلبه الرزق كثيراً وتمادت
حياته ، غير أنها كانت حياة سوء . وقد أتيت على (ذكر)[٣٥٦] هذه الأعضاء ،
فأنا آخذ في ذكر المعدة[٣٥٧] إن شاء الله .

2. – Colocutaneous fistula from ***al-Taysīr*** **page 199.**

5. – *Sterility* - He distinguishes between congenital and acquired sterility; he mentions the fact that, at first, he was himself sterile but later, after he suffered from a severe fever, he begot several children (pp. 282 – 4) .

6. – *A sclerosing lesion of the penis* - He describes, for the first time, a sclerosing lesion of the penis: " Curvature of the penis may result from an excess of dryness or a tumefaction; the cure of the curvature resulting from excessive dryness is almost impossible , nevertheless , I prescribe the use of almond liniment in warm water many times a day so that the penis is always humid from the ointment and the water" (p. 299) ; today we still use massaging the lesion several times a day, but the disease is called "de La Peyronie's disease" because it has been assumed that it was originally described , for the first time , by François de La Peyronie (1678 – 1747)



المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم

كتاب

التيسير في المداواة والتدبير

لأبي مروان عبد الملك بن زهر

١ - ٢

تحقيق
المرحوم الدكتور ميشيل الخوري
عضو مجمع اللغة العربية بدمشق

تقديم
الدكتور محيي الدين صابر
المدير العام للمنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم

1. – Title page of *al-Taysīr* by ibn Zuhr

But none to abu Al-qāsim Al-zahrāwi [Abulcasis] (936–1013), the greatest Arab surgeon [3 – 11], who lived near Cordoba some 150 years before ibn Zuhr. It is very surprising that ibn Zuhr dœs not quote abu Al-qāsim, dœs not mention him nor dœs he discuss any of his important contributions to surgery. We have not found an explanation to this fact.

Although ibn Zuhr was primarily a physician, a famous clinician, and a great master of medical treatment, he was never known as a surgeon. But from a perusal of his book *al-Taysīr*, one finds that he discusses several interesting surgical diseases and other medical entities which are considered today to be surgical diseases, some of which he describes for the first time; he develops new instrumental therapeutic maneuvers and he experiments

Ibn Zuhr's Contributions to Surgery

Farid Sami Haddad

Ibn Zuhr comes from a famous Andalusian family of seven physicians who belonged to six generations. The origin of the bani Zuhr family can be traced back to the Tihāmah region on the Red Sea Coast of the Arabian Peninsula. The banu Zuhr physicians served in Ishbilyah [Sevilla] from about 1005 AD to 1205 AD , a period of 200 years . Abu Marwān ibn Zuhr belongs to the middle generation and is the most famous of the seven [1].

Abu Marwān ibn Zuhr (1091 – 1162 AD) wrote at least six books of which his *al-Taysir* remains the most famous and one of three that were translated into Latin ; it was translated twice, the first time around 1160 AD by John of Capua and the second time about 1280 AD by Patavinus (Paravicious or Paravicinus) a physician of Venice. Between 1490 and 1628, a period of 138 years, it was printed in Latin 11 times and was used as a textbook of medicine in European Universities for a very long time all the way through the 18th century.

Ibn Zuhr's *al - Taysīr* became recently available to the public when the late Dr. Michel al-Khouri edited the original Arabic text and when the *"al-Munaẓamah al-ʿArabiyah li 'l Tarbiyah wa'l Thaqāfah wa'l ʿUlūm"* [Arab League Educational, Cultural, and Scientific Organization] posthumously published it in 1983 in Damascus [2]. The book is a practical compendium on Medicine as ibn Zuhr exercised it . The book has two parts (232 & 195 pages) and a jāmiʿ [compendium or antidotarium] [ref a, b, d, e]. The editor has appended indices (69 pages) of medical terms, simple drugs, compound drugs, names, and subjects.

The book is almost unique in that it contains fewer references than most other similar Arabic medical texts :

27 references to Galen
11 to the author's father, abu al-ʿAlā' (d 1131 AD)
10 to Hippocrates
4 to the author's grandfather, abu Marwān (991 – 1077 AD)
1 to Aristotle

* Carl T Hayden Veterans Affairs Medical Center, Phoenix, Arizona, U. S. A.

J. H. A. S. 92 – 93– 1994 : Vol. 10 : pp. 69 – 79 .

وهذه الآفاق هي سموت قطبي أفق بلدين على خطّ الاستواء احداهما على منتهى العمارة في المغرب لاطول لها والأخرى على منتهاها في المشرق طولها قف .

وأمّا القسي فمنها شرقية ومنها غربية . فإن أردت وضعها فاحتل [على] أن تضع احدى رجلي (17 v) الضابط في القطر الذي تحتها والأخرى تمرّ على ثلاث نقط نقطتان منها من أقسام دائرة الحمل بعدهما عن [احدى] نقطتي المشرق والمغرب فيها بعد [واحد] والأخرى ملتقى احدى المدارات مع القطر في تلك الجهة مع الاتّحاد في البعد نسبة وتنتهي الى مدار الحمل في الشمال وان خطّ المشرق أو المغرب أو محيط دائرة الجدي في الجنوب وغايتها ص في كلّ ناحية . فافهم . وهي في الحقيقة مقنطرات لأفق الاستواء [للنقطتين] السابقتين[8] .

ولا بدّ أن تكون القسمة التي اعتبرنا في البعد بين هذه الخطوط متساوية لا باعتبار المدارات والآفاق والقسي . وتكتب أعداد المدارات والآفاق على القطر شمالاً وجنوباً إلى المركز و أعد[ا]د القسي فيما بينهما شمالاً على دائرة الحمل وأجزاء الميل على خطّ المشرق والمغرب .

8. م. السابقين

دائرة ثالثة في الربع بقدر الميل الكلّي داخلها هي مدار رأس السرطان . ثمّ أقسم قوس الميل من دائرة الجنوب أقساماً سداسية أو كيف ما شئت لاستخراج دوائر الميل في ناحية الجنوب . إذا فعلت ذلك فضع حرف المسطرة على نقطة المغرب من الدائرة وعلى قسم من أقسام الميل وعلّم على ملتقاهما من القطر علامة وهكذا إلى انتهاء العلامات . ثم [ضع] احدى رجلي البركار على المركز والأخرى باحدى العلامات التي على القطر وأدر أنصاف الدوائر بقدر العلامات من خطّ المشرق إلى خطّ المغرب في ناحية الجنوب فتحصّل دوائر الميل . ثمّ تقسم دائرة الحمل والميزان بثلاثمائة وستين جزءاً أقساماً سداسية أو كيف ماشئت .

فإذا أردت وضع المدارات فضع حرف المسطرة على قسم من أقسام الربع الجنوبي الشرقي من دائرة الحمل وعلى نقطة المغرب فيها وعلّم على ملتقاهما مع القطر علامة ولا زلت تفعل هكذا إلى تمام أقسام الربع . ثمّ ضع احدى رجلي البركار في المركز والأخرى على احدى العلامات من القطر وأدر دائرة تامّة وهكذا إلى انقضاء العلامات وبه تحصّل المدارات وغايتها 90 وهي في الحقيقة مقنطرات لعرض صَ حيث يدور الفلك رحوياً ويكون القطب الشمالي في سمت الرأس والجنوبي في سمت الرجل .

وأمّا دوائر الآفاق والقسي فحصّل الصفيحة في لوح العمل تحصيلاً محكماً بحيث لاتتحرّك[1] ويكون سطحها مساوياً لسطح اللوح . ثمّ أخرج قطرها في الجهتين[2] على سطح اللوح إلى أقصى[3] ماترى . فإذا أردت وضع الآفاق الشمالية فاحتلّ على أن تضع احدى رجلي البركار في القطر الجنوبي والأخرى بحيث تمرّ على ثلاث نقط وهي نقطة المشرق ونقطة المغرب من مدار الحمل والميزان ونقطة ملتقى احدى المدارات مع القطر في الشمال . وأدرها قطع دوائر تنتهي إلى محيط دائرة الجنوب في الجهتين أو دوائر تامّة داخلها ما عدا[4] الأولى فإنّها تنطبق على دائرة الحمل والميزان . وأمّا وضع الآفاق الجنوبية فعملها كالشمالية غير أن احدى رجلي الضابط[5] تكون على القطر الشمالي والنقطة الثالثة من النقط تكون على ملتقى احدى المدارات من القطر الجنوبي وهي لا تخرج كلّها من مدار الحمل بل تحصّل داخله[6] ما عدا[7] الأولى فتنطبق عليه

1. م. يتحرّك
2. م. الجيهتين
3. م. أقصا
4. م. عدى
5. م. الدابط
6. م. داخلة
7. م. عدى

equatorial stereographic projection. In this respect we should remember that the procedure for the transformation of coordinates with this instrument (by a rotation equal to the colatitude of the place), is usually employed when using Ibn Khalaf's and al-Zarqālluh's instruments, but not with astrolabes. But, in the prologue to his treatise on *al-ṣafīḥa al-jāmiʿa*, Ibn Bāṣo feels obliged to state the independence of his plate from al-Zarqālluh's *ṣafīḥa*, possibly because he was aware of the influence exerted by this instrument on his own work. It is quite evident that Ibn Bāṣo made a re-elaboration of the principles that structured the *ṣafīḥa*, giving it a new point of view and, therefore, new possibilities of use. In the following centuries, some astronomers adopted that idea and reelaborated it in different ways. The results were some curious instruments in which polar and equatorial stereographic projections were combined in order to obtain the advantages of both systems. We find this kind of instrument not only in the Islamic world, but also among those made in Europe between the XIV th and the XVIIth centuries.

8. *Arabic Text*

The Arabic text included in this paper consists of an edition of the first chapter of al-Fishtālī's abridgement. Some copyists' errors have been corrected, and the readings of the text are given in the footnotes. Some words have been added between brackets to make the text clearer.

الفصل الأوّل : في كيفية وضع الخطوط والدوائر الّتي فيها

فأقول إذا أردت وضع الصفيحة الجامعة فتخيّر جسداً أملس صلباً مستوياً من نحاس أو غيره وأدر فيه حسب اختيارك دائرة . ثمّ أقم على مركزها قطرين على زوايا قائمة وتجعل على ملتقى أحدهما مع المحيط زيادة تدخل في الكرسي وفيه نقطة الجنوب وفي مقابلتها من المحيط نقطة الشمال والّتي في يمينها منه نقطة المشرق والّتي في يسارها نقطة المغرب . فانقسمت الدائرة بحسب ذلك أرباعاً . ثمّ اقسم الربع الجنوبي الشرقي صَ جزءاً أقساماً سداسية أو كيف ما شئت واحسب من نقطة الجنوب في الربع قدر الميل الكلّي كجَ لَ وعلّم هناك علامة . ثمّ ضع حرف المسطرة على العلامة ونقطة المغرب من المحيط وعلّم على ملتقى حرفها مع قطر الجنوب والشمال [علامة ثانية] . ثمّ (17 r) افتح البركار بعداً[ا] بقد[ر] هذه العلامـــة على المركز وأدر عليه دائرة ثانية داخلة هي مدار الحمل والميزان . ثمّ ضع حرف المسطرة على ملتقى نصف القطر الخفيّ ونقطة المغرب من دائرة الحمل والميزان وعلّم على ملتقى حرف المسطرة مع قطر الجنوب والشمال أيضاً علامة . ثمّ ضع احدى رجلي البركار بالمركز والأخرى بالعلامة وأدر

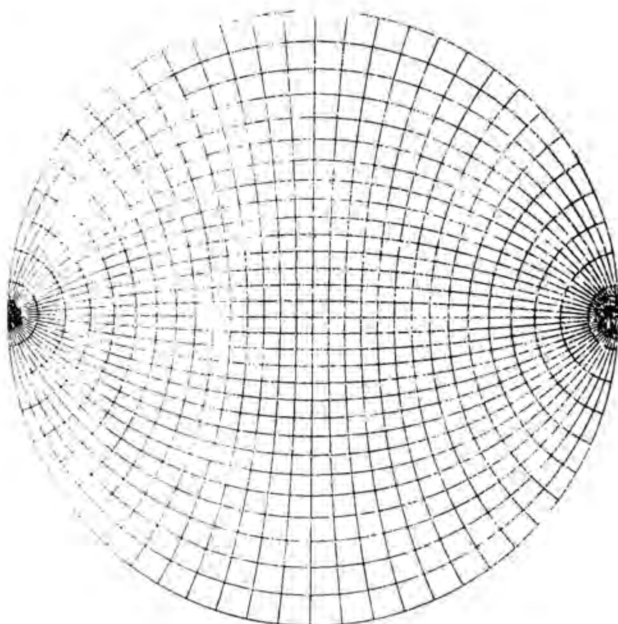


Fig. 9

7. *Conclusions*

After having followed the construction process described above we can see that the diagram formed by the super position of horizons and arcs in the sector comprised between the equator and the pole, obtained from a standard polar stereographic projection, is identical to the one we find on the plate of ʿAlī ibn Khalaf's universal astrolabe or on *al-Zarqālluh's saphea* (Fig. 9)[15]. Those two later diagrams are obtained, however, from an

(15) Millās Vallicrosa saw these similarities when he described the general plate in the astrolabe of Tetuan but his interpretation of this plate was closer to the *azafea* than it really is. Cf. J. M. Millás, "Tres instrumentos astronómicos árabes de los museos de Tetuán y Madrid". *Al-Andalus*, 12 (1947) págs. 49 – 55. Especially pp. 52 – 53. There is an interpretation in the same way in S. *García Franco*, *Catálogo crítico de astrolabios*.... p. 178

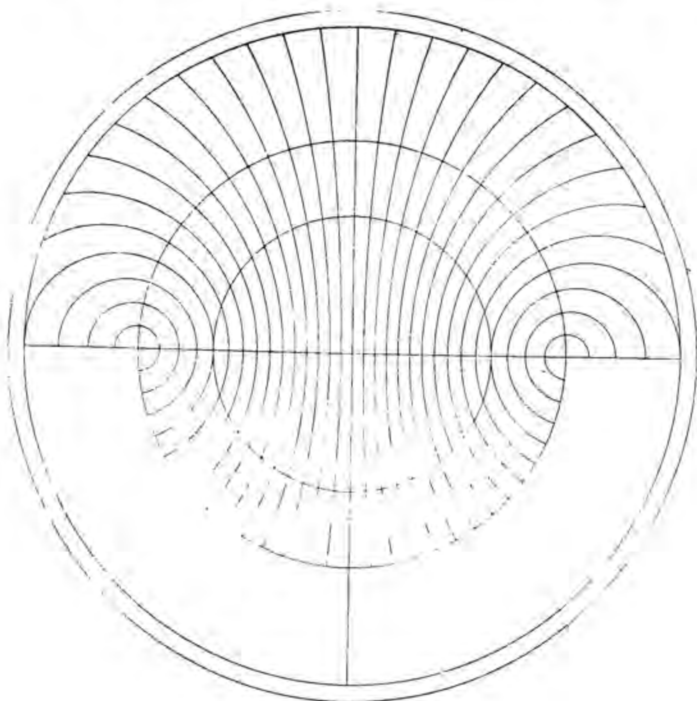


Fig. 8

Finally, our text gives not very clear instructions as to how to graduate the plate . The information we can gather from Ibn Bāṣo's text and the extant instruments show that the graduation of declination parallels appears on the northern half of the north-south diameter, between the equator (0°) and the centre of the plate (90°) for the northern parallels and between the equator and the tropic of Capricorn for the southern ones. As for the horizons , they are also graduated on the same diameter but in its southern half and with their latitudes increasing from the centre(0°) towards the equator (90°) . The graduation of the arcs appears on the space between them on the northern half of the equator and that of the semicircles of southern declination appears once again on the east-west line.

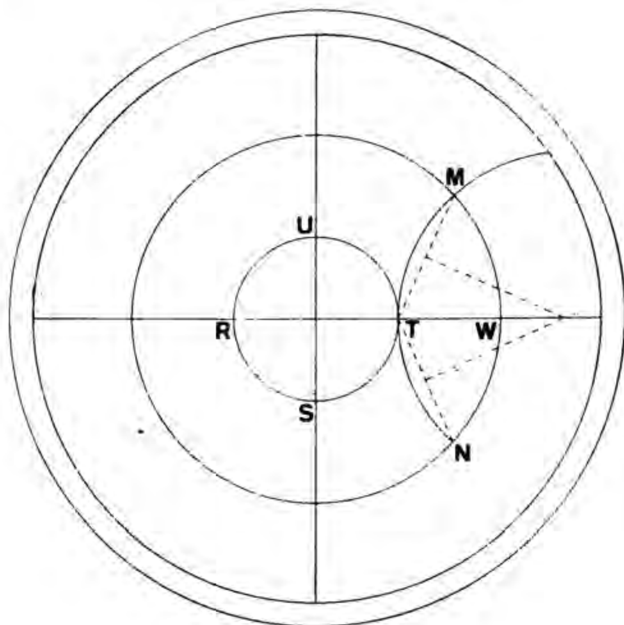


Fig. 7

The arcs (*qisi*, cfr. Fig. 8), which are also called " horizon divisions" (*ajzā' al-ufuq*), are employed to change the coordinate system (horizontal into equatorial and conversely) by a rotation equivalent to the colatitude of the place.

Al - Fishtālī considers the *horizons* as the projections of vertical circles corresponding to the two poles of the horizon of two places located on the equator and the longitudes of which , counted from the western meridian, are 0° and 180° respectively , whereas the arcs are circles of altitude (*al-muqanṭarāt*) corresponding to these two places.

Fig. 6

determined by three points (Fig. 7): two of them are two six degree divisions of the equator equidistant from the east or west points of the equator. The third point is determined by the intersection of the east-west diameter with the parallel the declination of which equals the angular distance between the east or west point and the two six degree divisions used to draw this arc. In the figure, the arc of the equator MW equals the arc NW. Their value is also the declination value of the parallel RSTU. The three points which determine the arc are M, N, and T

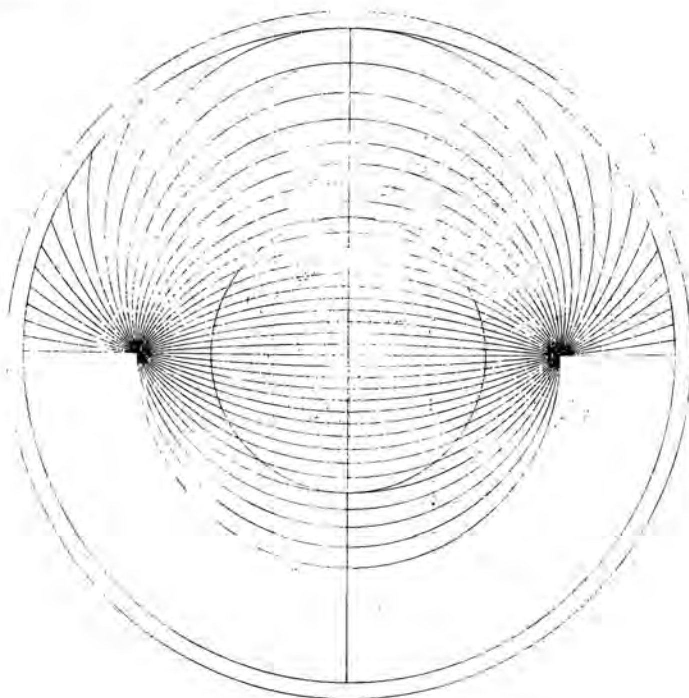


Fig. 5

different for each horizon : it is the intersection of the diameter (*quṭr*)[13] with the parallel the declination of which equals the colatitude corresponding to the horizon we want to draw. In the figure, the horizon is determined by points E and W and also by point P corresponding to the intersection of the parallel ROPQ with diameter EW.

Finally, the procedure for drawing the arcs (*qisī*) is described . This description is also very short. The author specifies that their centres have to be placed along the diameter[14] and that every one of them has to be

(13) It should be the north-south diameter but it is not so indicated in the text.

(14) It should be the east-west diameter but, as in the preceding case, it is not mentioned in the text .

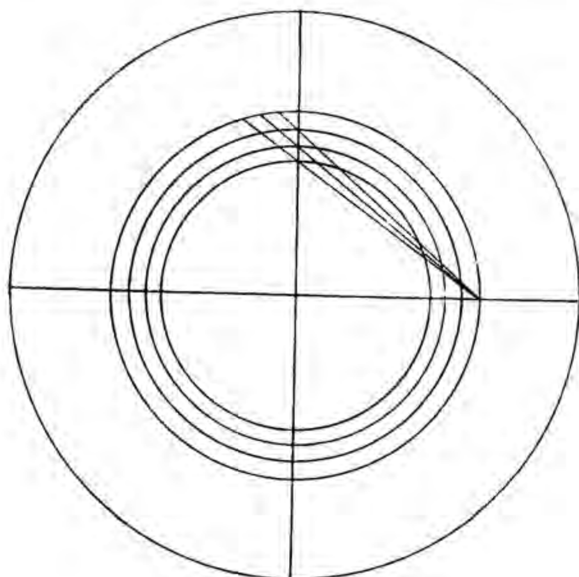


Fig. 4

parallel to the horizon[12]. The north pole is also the zenith and the south pole the nadir .

Minimum instructions to draw the horizons follow in our text . To obtain them, we draw as many arcs of circles as we want horizons (Fig5). Its number is the same as the number of parallels to the equator drawn before. There is no specification as to the way to find the centres of these circles. The only indication given is that the centres of all these horizons have to be placed on the north-south diameter (in the southern half for the northern horizons and in the northern half for the southern ones). Each of them has to be determined by three points (Fig. 6), two being the same for all horizons: points east and west on the equator. The third point is

(12) The term *raḥawiyy* is usually employed by other astronomers to express the motion of the sphere at the poles. Cf. for instance in Abū-l-Rayḥān *al-Bīrūnī*, *Kitāb al-tafhīm li-awā'il ṣinā'at al-tanjīm* (*The Book of Instruction in the Elements of the Art of Astrology* . (London, 1934) p. 140.

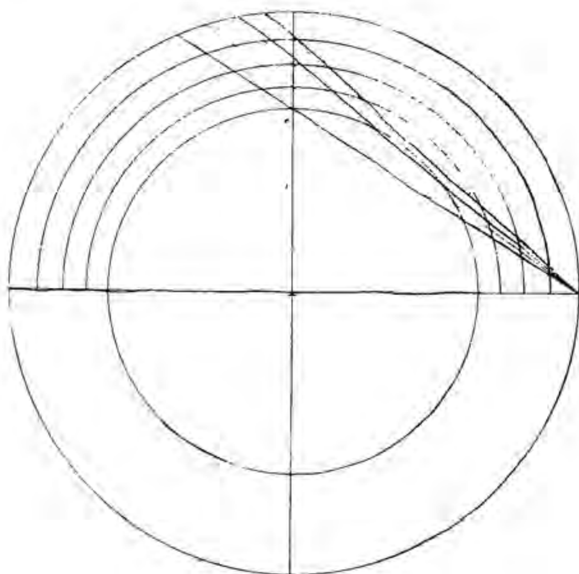


Fig. 3

Once these three circles are traced, and following the aforementioned procedure, we draw three concentric semicircles on the southern half of the plate, between the equator and the tropic of Capricorn using the six degree divisions on the declination arc AE (Fig. 3). All these semicircles are the projections of the corresponding declination parallels (*anṣāf dawā'ir al-mayl*).

Next we divide the circle of the equator into arcs of six degrees each and draw the northern declination parallels (*al-madārāt*) following the same standard procedure and using the six degree divisions on the southeast quadrant Fig. 4). The number of *madārāt* will be, therefore, fifteen, including the equator and the tropic of Cancer. Al-Fishtālī says that they go from 0° to 90° and identifies them with *al-muqanṭarāt* for a 90° latitude in which the sphere turns " like a millstone " (*raḥawiyy*[an]), that is to say,

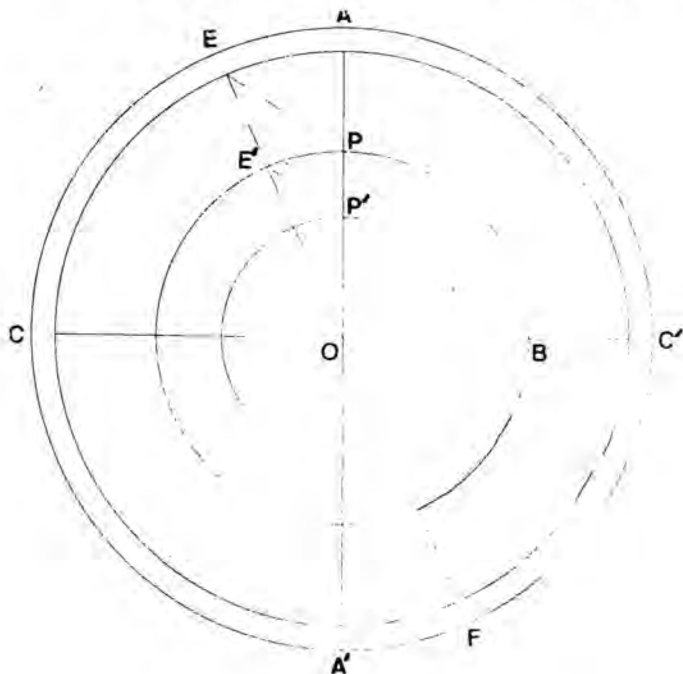


Fig. 2

Afterwards, we draw diameter EF which is used as an auxiliary line (*al-quṭr al-khafīyy*, hidden diameter). The intersection of diameter EF with the equator determines point E'. The arc E'P equals also the obliquity of the ecliptic. Then we join point E' to B, the intersection of diameter CC' with the equator. P' will be the intersection of E'B with diameter AA'. Finally, we draw a third circle, with a radius equal to OP', concentric with the other two and which corresponds to the tropic of Cancer. The construction procedure up to this point is the same as the one usually employed in standard astrolabe plates[11].

(11) Cf. H. *Michel, Traité de l'astrolabe*, (Paris 1947) p. 47 ss.; S. *Garcia Franco*, *Catálogo critico de astrolabios existentes en Espana*, (Madrid, 1945) pp. 70–71 and R. *Martí* and M. *Viladrich*, "En torno a los tratados hispánicos sobre la construcción de astrolabios hasta el siglo XIII" *Textos y estudios sobre astronomía española en el siglo XIII*, (Barcelona, 1981) p. 81.

al-Fishtālī ascribes the invention of this plate to Ibn Bāṣo who is identified as " al-Zubayr's master "[10] .

5. *Contents*

As for the contents of the *Nubḏa*, the first chapter describes the construction of the plate, as I have mentioned above. The second chapter gives the names of the lines drawn on the plate. The third chapter is divided into three sections : how to determine the arc of the day and night, how to calculate the arc rotated by the sphere and how to place the degree of the sun, according to its altitude, on the plate. The fourth chapter is divided into four sections: how to determine the azimuth of the sun or a star, its rising and setting amplitudes, half of the *faḍla* (difference between half of the day arc and 90 degrees), and how to calculate the meridian altitude of the sun or a star. Finally , in the fifth chapter, there are four sections devoted respectively to transformations of coordinates, the calculation of the solar altitude at the time of the *ẓuhr* and *ʿaṣr* prayers, the altitude of a star at the end of twilight and at the beginning of dawn, and how to determine the four cardinal directions and the azimuth of the *qibla*.

6. *The Construction of the Plate*

As I have mentioned above, this matter is dealt with in the first chapter of the paper. There is no drawing in the text to illustrate the different steps followed in the construction of this plate.

For its fabrication the author recommends brass or another similar metal, from which a smooth piece should be obtained. First, al -Fishtālī draws a circle (AC A'C' , Fig. 2) with an arbitrary radius , and on it two perpendicular diameters, AA' and CC'. The intersection of these two diameters with the aforementioned circle determines the four cardinal directions: point A corresponding to the south , point A' to the north , point C to the east and point C' to the west of the plate. This first circle drawn corresponds to the tropic of Capricorn.

After that he divides the southeast quadrant into fifteen arcs of six degrees each . The distance AE on quadrant AC equals the obliquity of the ecliptic (he adopts the value of 23;30° for it) and arc AE is called *qaws al-mayl* (declination arc) . Then, a straight line between points E and C' is drawn. The intersection of EC' with diameter AA' determines point P. Next, another circle, with a radius equal to the distance OP is drawn. This second circle is concentric with the first one and it represents the equator.

(10) According to Rénaud, he could be a disciple of Ibn Bāṣo's whose name is Abū Muḥammad al-Zubayr b. Jaʿfar b. al-Zubayr. On this author cf. C. *Brockelmann*, *Geschichte... II*, p . 1025, n. 88; H. P. J. *Rénaud*, " Notes critiques d'histoire... p. 2, n. 1; H. *Suter* , *Die Mathematiker und Astronomen ....* , p. 201, n. 513. *Al-Zubayr* is the author of another work entitled *Taḏkira ḏawī-l-albāb fī 'istifā' al-ʿamal bi-l-asṭurlāb*.

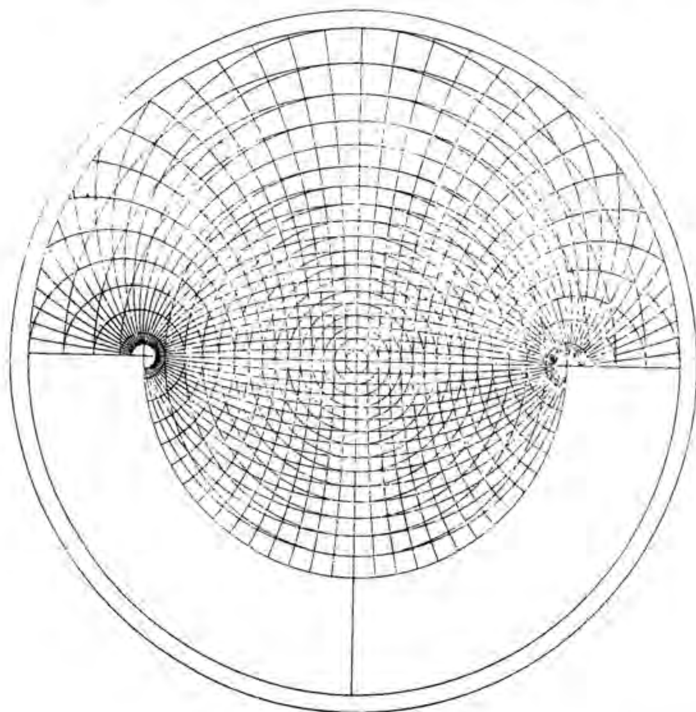


Fig. 1

gle chapter which deals with its construction. Therefore, the only source known to us on the construction of this plate is the aforementioned abridgement of Ibn Bāṣo's treatise by al-Fishtālī.

4. *The Manuscript*

Al-Fishtālī's abridgement is extant in manuscript 1009 of the Royal Library in Rabat (fols. 16v. – 19v.). The pages have 24 lines each. The writing is in the Maghribi script. The text is divided into five chapters and each one of them into one or more sections, in which al-Fishtālī basically explains *mīqāt*[9] matters. These chapters are preceded by a preface in which

(9) On this matter cf. *King mīqāt* in the *Encyclopédie de l'Islam* 2, t. 7, pp. 27 – 32.

2. *The Author*

The author of this summary is Abū-l-Rabīᶜ Sulaymān b. Aḥmad al-Fishtālī, an 18th century Moroccan *faqih* (he died in Fās in 1208 H./1794 A. D.)[3]. He knew the science of timekeeping and spherical astronomy (*ᶜilm al-miqāt wa-l-taᶜdil*) " with instruments and without them " and was Sulaymān al-Hawwāt's master[4]. Other data on his life are unknown .

We know several of al-Fishtālī's works like *Bughyat ḍawi-l- raghabāt* (What do those wish who have wishes) on the difficulties of Ṣibṭ al-Mārdīnī's[5] *al - Risāla al -Fatḥiyya* (Opening treatise), or *Sharḥ al-silk al-ālī fī muṭallaṭ al-Ghazālī*(Explanation of the thread of the Ghazālī triangle). He also wrote an abridgement of Ibn Bāṣo's treatise on the" universal plate for all latitudes " *(al-ṣafīḥa al-jāmiᶜa)* .

3. *Ibn Baṣo's Plate*

Ibn Baṣo's " universal plate for all latitudes " (Fig. 1) usually appears, among others, in western astrolabes, from the 14th century onwards, and its presence is relatively frequent. There are about twenty-five examples which are being catalogued[6]. Some were described in the past century but most of them have been unknown until recently . Although most of the examples are found in western astrolabes , as I say , some are included in eastern ones[7].

The treatise on the use of this plate is also known though it had not been studied in detail until the present[8]. It contains a description of the lines engraved on the plate and the way to use them. But there is not a sin-

(3) Cf. C. *Brockelmann*, *Geschichte der Arabischen Litteratur Supplementband II* (Leiden, 1938), p. 709; H. P. J. Rénaud, " Additions et corrections à Suter", *Isis* XVIII (1932) p. 183, n. 543; Khayr al-Dīn *al-Ziriklī*, *Al-aᶜlām* (Al-Qāhira, 1954 – 1959) 2nd ed., vol. 3, p. 182; *Al-Kattānī*, *Salwat al-anfās* lith. ed. (Fās, 1316 H.), vol. 3, p. 115; M. Makhlūf, *Shajarat al-nūr al-zakiyya*, (Cairo, 1931), p. 372 and R. *Kaḥḥala*, *Muᶜjam al-Mu'allifīn* (Damascus, 1957), vol. IV, p. 254.

(4) On this author cf. E. *Lévi-Provençal*, *Les historiens des Chorfa . Essai sur la littérature historique et biographique au Maroc du XVI au XX siècle*, (Paris, 1922), p. 336.

(5) *Muwaqqit of al-Azhar in Cairo* (fl. ca. 1460) Cf. H. *Suter*, *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke*. Abhandlungen zur Geschichte der Mathematischen Wissenschaften, 10 (Leipzig, 1900) pp. 182 – 184 nº 445; C. *Brockelmann*, *Geschichte*.... II p. 215 and H. P. J. *Rénaud*, *Additions*... p. 176, n. 445.

(6) Cf. D. *King*, *A Catalogue of Medieval Astronomical Instruments : Astrolabes , Quadrants and Sundials* . Preprints of the Institute for the History of Science. (University of Frankfurt). In preparation .

(7) Cf. E. *Calvo*. *La " Risālat al-Ṣafīḥa al-jāmiᶜa li-jamīᶜ al-ᶜurūḍ " de Ibn Bāṣo* . Edición traducción y estudio por ... (In press) I owe most of the information on the extant examples of this plate to professor D. King of the Institut für Geschichte der Naturwissenschaften (University of Frankfurt) who is preparing a catalogue of astrolabes and quadrants (cf. n 6).

(8) I have already finished an edition, translation and study of this treatise which have been the main theme of my doctoral thesis (cf. n. 7 above).

On the Construction of Ibn Bāṣo's Universal Astrolabe (14th C.) According to a Moroccan Astronomer of the 18th Century[1]

EMILIA CALVO

1. *Introduction*

Ḥasan b. Muḥammad b. Bāṣo was *faqīh*, *muwaqqit* and chief of the timekeepers in the great mosque of Granada. Ibn al-Khaṭīb emphasizes his great skill in the production of astronomical instruments and says that he was both an inventor and the author of treatises (*mustanbaṭāt wa tawālīf*). He died in 716 H. / 1316 A. D.[2]

Ibn Bāṣo wrote a treatise on the use of a device that he called *al-ṣafīḥa al-jāmiʿa li-jamīʿ al-ʿurūḍ* (universal plate for all latitudes) in 160 chapters. This treatise, completed in 1274, is preserved in several manuscripts extant in the Escorial (ms. 961), in the National Library of Tunis (ms. 9215) and in the Royal Library of Rabat (ms. 4288).

A few abridgements of this treatise are also extant. The most remarkable of them is the one entitled *Nubḍa li-mā yataʿallaq bi-l-ṣafīḥa al-jāmiʿa*, " Note on the Universal Plate", the only known source which describes the construction of this plate, a topic which does not appear either in Ibn Bāṣo's treatise or in the other extant abridgements.

(1) This is a revised text of a communication presented in the *XVIII International Congress of History of Science* held in Hamburg and Munich in August, 1989.

(2) Cf. *Ibn al-Khaṭīb, al-Iḥāṭa fī akhbār Garnāṭa*, ed. ʿAbd Allāh ʿInān, vol. I (Cairo, 1973) p. 468; H. P. J. *Rénaud*," Notes critiques d'histoire des sciences chez les musulmans. I.- Les Ibn Bāṣo" *Hesperis*, 24 (1937) pp. 1 – 12 and " Additions et corrections à Suter", *Isis XVIII* (1932), p. 172 nº 381b.; G. *Sarton*, *Introduction to the History of Science*, (Baltimore, 1927 – 1931) vol. III p. 696; J. Samsó, *A propos de quelques manuscrits astronomiques des bibliothèques de Tunis: Contribution a une étude de l'astrolabe dans l'Espagne musulmane.*" *Actas del II Coloquio Hispano-Tunecino* (Madrid-Barcelona, 1972) I. H. A. C. Madrid, 1973 pp. 176 – 182 and E. *Calvo*, *les échos de l'oeuvre d'Ibn Bāṣo en Afrique du Nord*. *Actes du VII Colloque Universitaire Tuniso-Espagnol sur Le Patrimoine Andalous dans la Culture Arabe et Espagnole*. Tunis, 1991, pp. 65 – 79.

* University of Barcelona.

J. H. A. S. 92 – 93 – 1994 : Vol. 10 : PP. 53 – 67.

The Life and Work of Ibn Al-Shāṭir

Edited by :

E. S. Kennedy and ʿImād Ghānem

Aleppo, IHAS, (1976) .

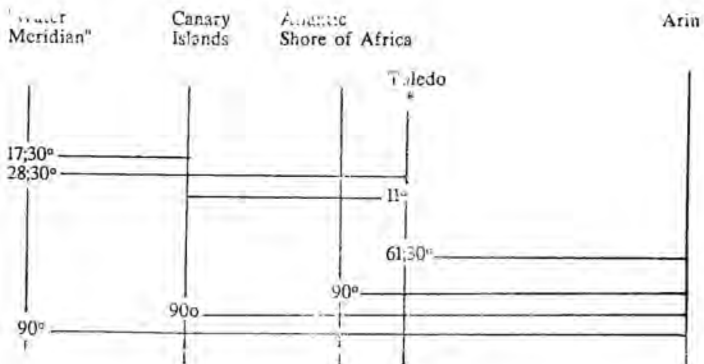
29 × 28 cm. , paper bound, 131 pp. in English, French and German, 44 pp. in Arabic, 21 drawings, 6 plates, biblio, indices.

This memorial volume was produced for the 600th anniversary of the Damascene astronomer whose theories and inventions profoundly affected the development of modern astronomy. It highlights the intriguing possibility of a linkage between the planetary and lunar models of the late eastern Islamic tradition and of Copernicus.

A handy volume on all the material in print on Ibn al-Shāṭir, it also contains a bibliography of his 31 extant works , noting where copies are available.

Ibn Al-Shāṭir's most significant contribution centered on correcting ptolemaic mechanisms regarding lunar motion which predated copernicus.

Price: US $ 12.00 (Postage expenses are not included).



Prime Meridians in the Tables of Geographical Coordinates of al-Andalus and North Africa .

probably of Nāṣir b. Simʿūn (d. 1337)[42], the table of al-Wābaknawī[43] (1330), some of the tables of the Persian group as those of al-Kāshī (1420) and Abū-l-Faḍl ʿAllāmī (1580), which employ the meridian of al-Zayyāt together with the meridian of water for western localities, and the table of al-Dimyātī[44] (c. 1628) .

Al-Zayyāt aiming to use the new prime meridian added 7;30° instead of 17;30° because he was using, for eastern localities, al-khwarizmi's coordinates which are 10° less than the Ptolemaic ones.

In conclusion, what is clear when trying to determine the base meridian used in a table of geographical coordinates is that almost all of them are completely mixed up. On the one hand, theory and practice seem to follow separate paths. The meridian stated in the theoretical part of a *zij* sometimes dœs not conform to the ones employed in the table of geographical coordinates. Such is the case of al-Zayyāt, but also of the *Toledan Tables*, the *Alfonsine Tables*, etc. And, on the other hand, almost all of them employ more than one zero meridian, try to calculate the coordinates of the localities of their own countries, and intend to adapt or correct Ptolemaic longitudes following al-Khwārizmī.

Be that as it may, this " meridian of water" is another of the interesting peculiarities of Andalusian science which probably originated in the X[th] century, if not before. A peculiarity that was to exert strong influence during more than five centuries mainly in the Iberian Peninsula and North Africa, but also, to some extent, both in the Muslim East and Latin Europe[45].

(42) M. *Castells* is presently working on the ms. 468 of the Leiden University Library, in which the geographical coordinates are similar to the ones of Ibn Saʿid al-Maghribi, although the author introduces for almost half of the localities of al-Andalus and North Africa the coordinates of al-Zayyāt. Surprisingly he seems to use the meridian of water only for the city of Marrakesh .

(43) MUN in Kennedys' *Geographical Coordinates*.

(44) QBL in Kennedys' *Geographical Coordinates*.

(45) See also *KIRTLAND WRIGHT, J. Notes on the Knowledge of Latitudes and Longitudes...*, 84 - 98 .

the two *zijes* of Yaḥyā b. Abī-l-Shukr al-Maghribī[33] (1258 –1276), and the geographical table of the *Minhāj* of Ibn al-Bannā' al-Marrākushī[34](1321).

Apart from that, there are some other tables which use this meridian of water although they do not belong to al-Andalus or North Africa. I refer to the table of al-Dimyāṭī[35] (c. 1628), and the ones of the Persian group such as the *zījes* of al-Kāshī[36] (1420) , although he only uses this meridian for some western localities such as Marrakesh and Malaga, and the one of Abū -l-Faḍl ᶜAllāmī[37] (1580), as well as the table compiled by Conrad von Dyffenbach in Europe in 1426[38], and a table found in a miscellaneous manuscript of the National Library in Vienna (Nº 5311) copied probably in the XIVth - XVth centuries.

In fact , as Prof. J. Vernet has shown[39], we can find reminiscences of this " meridian of water" in the North/ South " line of water" demarcation established by Pope Alexander the IVth and accepted by the Kings of Portugal and Castille through the " Tartado de Tordesillas" (1494).

Finally, there is another interesting feature of the coordinates of localities of al-Andalus and North Africa in several other tables. Namely that their longitudes are 10° less than the ones reckoned from the meridian of water, that is to say, 7;30° to the west of the Canary Islands , but 17;30° of the Atlantic shore of Africa .

The first time this displacement appears is in the table of the Andalusian geographer Abū-l-Ḥusayn al-Zayyāt[40] (1058) . Some of al-Zayyāt coordinates reappear in later tables such as that of Naṣīr al - Dīn al - Ṭūsī[41] (c. 1270) , the geographical table belonging to the *Kitāb kanz al yawāqīt*,

(33) TAJ and MAG in Kennedys' *Geographical Coordinates*.

(34) BAN in *Kennedy's Geographical Coordinates*. Cf. also J. *Vernet* , *Contribución al-estudio de la labor astronómica de Ibn al-Bannā'*. Tetuan 1951 .

(35) QBL in Kennedys' *Geographical Coordinates*. This table introduces another trend characteristic of the andalusian tables : the use of a latitude for Tunis which range between 37° and 38° instead of the established 33° .

(36) KAS in Kennedys' *Geographical Coordinates* Cf . also E.S. and M. H. Kennedy , *Al-Kāshīs' Geographical Tables*. -" Transactions of the American Philosophical Society ". Philadelphia 1987, 1 – 47. It must be said that al-Kāshī's work shows some other andalusian astronomical features such as the elliptic shape of the deferent of Mercury . Cf. M. Comes, *Ecuatorios andalusíes. Ibn al-Samḥ, al-Zarqālluh y Abūl-Ṣalt*.- Barcelona, 1991, 149 – 150 and 163.

(37) AIN in Kennedy's *Geographical Coordinates*.

(38) Prof. E.S. Kennedy kindly provided me with a typescript of his work on this table.

(39) Prof. J. Vernet has kindly provided me with a typescript of his work on the Arabic navigation and its influence in the discovery of America.

(40) ZAY in Kennedy's *Geographical Coordinates*. Cf. also F. *Castelló*, *El Ḍikr al-aqālīm*.- Barcelona, 1989 .

(41) TUS in Kennedy's *Geographical Coordinates*.

" You should know that the longitudes of the cities are established from the west to the east, because we are closer to the west and for this reason we start measuring from there. Some other people established the longitudes of the cities from an island which is in the west but did not establish them from the very same west. from this island to the very same west there are 17 degrees and 20 minutes .

This prime meridian will appear even in some of the Persian maps showing a set of crossed meridians and parallels , such as the one of Mustawfī (d. 1349)[27] .

As far as numerical tables are concerned , the first time we find this " meridian of water " employed is in the *Zīj* of Ibn al-Kammād whose table of geographical coordinates contains 30 entries , 15 of which correspond to localities in al-Andalus and western Maghrib. The longitudes of these localities are calculated taking as zero meridian the aforementioned new prime meridian, while for the rest of localities the meridian of the Canary Islands is employed . It is also worth mentioning that the longitude for Toledo is again 28;00°, as in the *Zīj* of Ibn Isḥāq al-Tūnisī (c.1222) . After Ibn al-Kammād , we find this meridian in several of the tables of geographical coordinates produced in the Iberian Peninsula in the lower Middle Ages such as the *Sefer ha-Ibbur* of Abraham Bar Ḥiyya ha-Bargeloni[28] (d. 1136), the table of the *Zīj al-Shāmil* of Ibn al-Raqqām (d. 1315)[29], and the already mentioned *Portuguese Almanac of Madrid* (1321), where for the first time the name " meridian of water " (*d'agoa*) is explicitely stated . The same meridian appears, towards the end of the XV[th] Century, in the *Commentarius astrologicus* of Diego de Torres[30] and both in the *Almanach Perpetuum* and the *Ha - jibbur ha-gadol* of Abraham Zacut[31]. The " meridian of water" is also used in several Maghribī *zijes* and other astronomical works such as the *Jāmiᶜ al-mabādi'* of Abū'l-Ḥasan ᶜAlī al-Marrākushī[32] (1250) ,

→ nosotros estamos mas cerca de occidente e por esto començamos de alli a contar, e otros ouo que contaron la longura de las cibdades desde una isla que esta en occidente e non la contaron del propio occidente e della al propio occidente ha .17. grados e. 20 . minutos .

(27) Cf. J. *Vernet*, *Instrumentos astronómicos* (1250 – 1600) , " Coloquio sobre Historia de la Ciencia Hispano-Americana" (Madrid, 1977), 211.

(28) Cf. R. *Laguarda*, *Fundamentación histórica...*, 45 – 47 and 66.

(29) Ibn al-Raqqām, *al-Zīj al-Shāmil fī tahdhīb al-Kāmil*. - Ms. Kandilli 249, f. 85r. Professor E.S. Kennedy kindly provided me with a photocopy of this table.

(30) Ms. 3385 of the Biblioteca Nacional de Madrid. Cf. R. *Laguarda*, *Fundamentación histórica...*" 50 – 54 and 72.

(31) Cf. R. *Laguarda*, *Fundamentación histórica...*, 54 – 56 and 73 – 76.

(32) Abbreviated as MAR in Kennedys' *Geographical Coordinates*.

rounded up figure which is to be found repeatedly, for instance in the tables of Ibn al-Kammād and Ibn Isḥāq al-Tūnisī[22] among others.

But there is also another reference[23] in the 1483 edition of the canons of the *Alfonsine Tables* , where besides the above mentioned statements – with the difference that the longitude of Toledo is 28.30° instead of 28° – we find a clear distinction between what is called the " true " occident, that is to say the new prime meridian, and the " inhabited " occident, which corresponds to the Canary Islands[24] :

> " ... for the table contains the longitudes of the cities included from the inhabited west and the latitudes from the equinoctial line towards the north. You should note that " astrologers" consider the west in two different ways . According to the first, the west is the furthest end of the inhabited world and is called the inhabited west . It is placed at a distance of 72 degrees and 30 minutes from the city on the equinoctial line which is 90 degrees from the east. The table uses this inhabited west for the longitudes of its cities . According to the second way, the west is placed at a distance of 90 degrees from the city of *Arin* towards the occident . This is called the true west for between it and the east there are 180 degrees , which is half of the celestial sphere. *Arin*, therefore, is in the middle keeping the same distance from both ends, that is 90 degrees from each. This true west is placed 17 degrees and 30 minutes to the occident of the inhabited west ... "

It must be said, however, that this new prime meridian is used uniquely in some copies of the Alfonsine table of geographical coordinates and only for some cities as Toledo, Saragossa, Barcelona, etc but not for some others like Cordova, Tangiers, etc.

Also refering to these two meridians, at the end of XV[th] Century , Abraham Zacut[25] in his *Ha-jibbur ha-gadol* states[26]:

(22) Although Ibn Isḥāq's *Zij* has no table of geographical coordinates, his mean motion tables are calculated for Toledo and a longitude of 28° is stated there for that city.

(23) "Nam hec tabula continet de ciuitatibus in ea nominatis longitudines ab occidente habitato et latitudines ab equinoctiali linea versus septentrionem. Et scito quod astrologi accipiunt duppliciter occidens. Uno modo accipiendo a loco extremo habitationis extreme in occidente: et istud vocant occidens habitatum. et istud distat .72. gradus .et. 30. minuta a ciuitate quae est sub linea equinoctiali. et distat .90. grauds ab oriente. et secundum istud occidens habitatum continet ista tabula longitudines ciuitatum. Alio modo accipiunt occidens in loco versus occidentem distantem addita ciuitate Arim .90. gradus . et istud vocant occidens verum pro eo quod ab illo loco usque in orientem sunt gradus .180. qui sunt media pars celi et arim. tunc est in medio distans equaliter ab oriente et occidente. scilicet a quolibet ipsorum per .90. gradus et istud occidens verum est ultra occidens habitatum per .17. gradus .et .30. minuta. ".

(24) Cf Editio Venice 1483. Poulle's edition (*Les tables alphonsines avec les canons de Jean de Saxe.* Paris, 1984) dœs not include this part of the text which , according to the editor, dœs not correspond to the canons written by John of Saxony .

(25) F. *Cantera Burgos, El Judio salmantino Abraham Zacut.-Revista de la Academia de Ciencias.- T. XXVIII.* 12/2ª serie. 133. And *Abraham Zacut. Siglo XV. Madrid*, 142. The main difference between the references found in these two texts is that the distance between the meridian of the Canary Islands and the meridian of water is 17;20° in the first one while in the other is 17;30°.

(26) " Has de saber que la longura de las cibdades se cuenta desde occidente para oriente porque →

"... you should know that we have established the *radices* of these mean [motions] for Jaen and that they are based on a longitude of 62° to the west from *Arin*..."

That means that the longitude of Jaen would be 28° from the hypothetical first western meridian. In this case, we cannot compare this figure with Ptolemy's because this city dœs not appear in his tables. But we can see that the longitude given to this locality in the tables of Abū-l-Ḥasan ʿAlī al-Marrākushī (1250) and Muḥammad b. Abī-l-Shukr al-Maghribi (1276) is 27;30°. And both belong to the group of authors who use for all the localities in al-Andalus and North Africa the new "meridian of water".

Furthermore the difference in longitude between Toledo and Jaen in modern determinations is of 34 minutes.

Also, probably at the end of XII[th] century, the canons of the *zij* named *al-muqtabis* by Ibn al-Kammād[18], very probably a disciple of al-Zarqālluh, include a statement[19] of the longitude of Cordova where the new meridian is used:

"... all the *radices* in it correspond to the meridian of the city of Cordova, which longitude, considering Erin as the centre [of the oikumene], is 27 degrees from the western meridian and 153 degrees from the eastern one. Its western longitude from the centre of the Earth, which is Erin, is 63 degrees. These are the limits of the longitude of Cordova, on which we have based these canons."

We detect in Ibn al-Kammād's text three longitudes: 27° from the western meridian, 153° from the eastern meridian and 63° from Arin, the centre of the world. These figures are exactly the same we found implicit in Ibn al-Ṣaffār's text, and show the exact position of the prime western meridian.

One century later we find again another reference to this meridian in the canons of the Alfonsine *Libro de las taulas*[20]. I translate the passage from Rico's edition[21].

"... the longitude of this city [Toledo] from the western circle of the horizon of Arin, where both poles appear, is 28 degrees, and from the circle of the horizon of the aforementioned city (Arin) is 152 degrees. The longitude of the circle of the sun for the meridian of this city [Toledo] from the circle for the meridian of the aforementioned city (Arin) is 62 degrees to the west..."

The longitude for Toledo is 152° from the Eastern limit of the known world, 62° from the meridian of Arin and 28° from the Western meridian, a

(18) Ms. 10023 Biblioteca Nacional de Madrid. Chapter9.

(19) "...totas radicales positas in eo que sunt in meridie centri circuli ciuitatis Cordube et ipse est locus cuius longitudo a circulo occidentis ex centro Erin est gradus 27 et a circulo orientis a centro Erin gradus 153. et longitudo eius a medio centro terre que est Erin occidentaliter est gradus 63 et hii sunt fines longitudinis Cordube super qua longitudine edificatus est iste canon".

(20) M. *Rico y Sinobas, Libros del Saber de Astronomia*. - Vol. IV. *Libro de las Taulas*. 120.

(21) "... Et la longura desta cibdat [Toledo] del çerco occidental dell orizon de (aryn), donde aparescen amos polos es .XXVIII. grados. Et del çerco dell orizon deste logar sobredicho de (aryn) es .C.et.LII grados. Et la longura del çerco del sol medio dia desta cibdat del çerco del medio dia del logar susodicho que es en (aryn) escontra occidente. es LXII grados..."

gebauer concludes that the time difference between the meridian of Cordova used in the tables for the computation of mean syzygies (tables 69 and 70) and the base meridian used in the tables of solar and lunar mean motion (tables 4 to 8) amounts to 4 hours and 12 minutes, that is to say 63° in longitude. He supposes that the second meridian could be that of Baghdad , although the figures do not fit very well. But, evidently, this is the same difference we found in Ibn al-Ṣaffār's canons , which means that the first implicit reference we have related to the possible origin of this later on called " meridian of water " is due to Maslama.

On the other hand, the possibility that Arin was the second place fits very well with the fact that the tables of al- Khwārizmī were computed taking Arin as zero meridian and , on top of that, we find this figure in the appendix to the *Liber Universus* of ᶜUmar Ibn al- Farrūkhān al- Ṭabarī[12] which circulated in al-Andalus , where for an horoscope casted for the year 940 a time-difference between the cities of Arin and Cordova of precisely 4 hours 12 minutes is stated.

Furthermore, in a later hand addition to the Corpus Christi College ms.[13] of the *Tables of al-Khwārizmī* we can find the following statement[14]:

" Distance from Toledo to Winchester: 9 degrees 36 minutes. Longitude of Toledo: 28 degrees 39 minutes from the West. Longitude of Winchester: 19 degrees 3 minutes from the West. "

Implicit references of the same kind are to be found in the texts during the following five centuries . In the first half of the XI[th] century , the *Qāḍī* Ṣāᶜid of Toledo in his *Ṭabaqāt al-umam*[15] states that the longitude for Toledo is approximately 28° .

Next is Ibn Muᶜādh, who follows the tables of al-Khwārizmī and wrote in the second half of the XI[th] century his *Tabulae Jahen*[16], where we can find the following of the abovementioned references. The translation of the passage of the canons[17] is as follows :

(12) D. *Pingree , The " Liber Universus " of ᶜUmar Ibn al -Farrūkhān al-Ṭabarī - Journal for the History of Arabic Science* 1 (1977), 8 – 12 .

(13) Cf. O. *Neugebauer, The Astronomical Tables of al-Khwārizmī* . Particularly the appendix dealing with the Ms. Corpus Christi College 283 (Fols. 114ʳ to 145ʳ) .

(14) "Distancia tholeti a Wintonia .9. gradus .36. minute. Longitudo tholeti .28. gradus .39. minute ab occidente . Longitudo Wintonie .19. gradus .3. minute ab occidente " Cf. *Neugebauer* , op. cit., 229 – 230.

(15) Cf. L. *Richter-Bernburg, Ṣāᶜid, the "Toledan Tables" and Andalusī Science. - "* From Deferent to Equant", 389 – 399; and Ṣāᶜid al-Andalusī, *Ṭabaqāt al-umam.*-Edited by Ḥayāt Bū 'Alwān. Beirut, 1985. The corresponding text is found in p. 157 : «وطولها ثمانوعشرون درجة بالتقريب»

(16) Cf. *Tabulae Jahen.* - Nuremberg 1549. Chapter 8. Also H. *Hermelink , Tabulae Jahen.- Archives for the History of the Exact Sciences* 2 (1962 – 1966), 108 – 112 .

(17) "... Et scias quod eas posuimus radices horum mediorum ad Iahen, secundum quod eius longitudo est ab Arim a qua est occidentalis, ad sexaginta duos gradus. "

There are only two possibilities to account for a longitude for Toledo of 61;30° from Arin. The first is that the prime western meridian was still supposed to be at the Canary Islands, which then must be placed at 27;30° to the west of the shore of Africa. This assumption is really difficult to believe in experienced astronomers which were precisely working in al-Andalus and western Maghrib. The second one is to think that to account for the time-difference between Arin and Toledo, while keeping the traditional 90° between Arin and the first western meridian, these astronomers displaced the prime western meridian the aforementioned 17;30° to the west of the ptolemaic prime meridian.

During my researches on tables of geographical coordinates, some new materials related to this new meridian have become available to me. Firstly, my colleague Margarita Castells, who is undertaking the edition and translation of the canons of *al-Zīj al-Mukhtaṣar*[9] by Ibn al-Ṣaffār (d. 1035), probably a summary or adaptation of Maslama's version of al-Khwārizmī tables, has drawn my attention to the following passage of the text[10]:

> " I have established the *radices* in the tables of conjunctions and oppositions of this book for the meridian of Cordova. So, if you carry out the computation of an eclipse for the meridian of Cordova, then add to its time 4 1/5 hours, because this is the distance in time from the middle of the Earth, God willing".

Thus, according to Ibn al-Ṣaffār, Cordova is 4 1/5 hours, that is to say 63°, to the west of Arin, the centre of the world. But Ptolemy's longitude for Cordova is 9;20°. Arguing as before, we again determine the hypothetical western meridian implied in this text to be at 17;40° west of the Fortunate Isles.

One might expect that the adapters of al-Khwārizmī tables would have used his coordinates, unless new measurements had been made in Spain. Bearing in mind the hypothetical displacement of the western meridian implied in the canons of Ibn Al-Ṣaffār, as well as the fact that he was a disciple of Maslama (d. 1007–1008), who was the first to introduce al-Khwārizmī tables in al-Andalus, I examined the canons and tables of the later.

In fact, Neugebauer, in his translation of Athelard of Bath's latin version of Maslama's revision of the astronomical tables of al-Khwārizmī[11], gave me the clue. When dealing with mean syzygies and epoch values, Neu-

(9) *Ibn al-Ṣaffār, al-Zīj al-Mukhtaṣar*- Ms. Paris B. N. Hebr 1102 (ff. 1 – 5r).

(10) « وضعت الأصل في جدول الاجتماعات والاستقبالات التي في هذا الكتاب على نصف نهار قرطبة فإذا أكلت تعديل الكسوف على نصف نهار قرطبة فزد على وقته أربع ساعات وخمس ساعة معتدلة فإن الوقت لوسط الأرض إن شاء الله » .

(11) O. *Neugebauer, The Astronomical Tables of al-Khwārizmī*- Copenhagen 1962, 110 – 111.

was employed mainly by geographers and astronomers of al-Andalus and Western Maghrib and is attested in seven of the Islamic sources, besides another six sources which use a meridian porbably derived from it.

The reason why this meridian was not identified in the abovementioned book is that it was used only for western localities, and the authors, limited by statistical reasons . have probably conjectured the base meridian of each table by examining the longitudes of frequently occurring localities , usually eastern ones. But, in fact, most of the tables use two or more base meridians.

The first time we can find this meridian explicity named is in the *Portuguese Almanac of Madrid* (1321)[5] , where following the name of some localities the words *da terra* or *d'agoa* identify the meridian employed . However, implicit references pointing at the possible origin of this meridian are to be found in Spanish materials from the end of the Xth century onwards .

The most famous reference is found in the canons of the *Toledan Tables* attributed to al-Zarqālluh[6], although this meridian was not employed in the Tables themselves. The translation of the relevant passage[7] is as follows:

> "... the longitude of the place called Toledo - for whose meridian the aforementioned *radices* have been established in this book-is at a distance of 4 and one tenth hours from the centre of the world, a place which is believed to be in India, that is to say in the city of Arin, the longitude of which from the east is 90°... " .

The determination of the distance between Toledo and Arin, however it may have been arrived at[8], had the consequence of necessitating a revision of the position of Toledo relative to the prime western meridian. These 4 and 1/10 hours between Arin and Toledo imply a longitude difference of 61;30°. Now, the longitude of Arin was 90° so the longitude for Toledo must be 28;30° from a hypothetical western meridian. But, Ptolemy, using as base meridian the Canary Islands, had placed Toledo at a longitude of 11°, consequently there is an implicit shift of the zero western meridian to 17;30° to the west of the Fortunate Isles.

(5) Ms. 3349 of the Biblioteca Nacional de Madrid . Cf. R. *Laguarda*, *Fundamentación histórica*, 40 – 42 and 63 – 64.

(6) J. *Kirtland* Wright, *Notes on the Knowledge of Latitudes and Longitudes in the Middle Ages*.- *Isis*, V (1923), 90. and J. M. *Millás* Vallicrosa, *Estudios sobre Azarquiel*.- Madrid-Granada, 1943 – 1950, 49.

(7) "...longitudo autem loci ad medium diem cuius radices predicte in hoc libro posite sunt qui Toletum dicitur , est 4 horarum spatium et decime unius hore a medio mundi qui locus creditur esse in India in ciuitate scilicet que vocatur Arim, cuius longitudo ab oriente est 90 gradum...".

(8) Probably by means of a simultaneous observation of a lunar eclipse as it is described in the *Jāmiʿ al - mabādi' wa-l-ghāya* by al - Marrākushī. Cf. J. J. and L. A. *Sedillot*, *Traité des instruments astronomiques des Arabes*. Chapter LXVI, pp. 312 – 314 .

The «Meridian of Water» in the Tables of Geographical Coordinates of al-Andalus and North Africa

MERCE COMES*

Tables of geographical coordinates involve the use of two circles of reference: the terrestrial equator, from which latitudes are universally measured, and a conventional, and to some extent arbitrary, zero meridian used as starting point for reckoning longitudes. Following the Indian tradition, Arabic geographers and astronomers considered that the inhabited part of the world was the terrestrial hemisphere which extended 90° either side of a point on the equator called the " cupola of the Earth " , that is to say Arin[2].

E. S. and M. H. KENNEDY, in their comprehensive book *Geographical Coordinates of Localities from Islamic Sources*[3] , identify four base meridians, namely: the Canary Islands, employed in about half of their sources; the Atlantic shore of Africa, used by all the other sources except three; a meridian placed in the Far East, found in only two sources; and finally the meridian of Basra, employed in the remaining one .

However, at least a fifth base meridian must be taken into consideration. I refer to the " meridian of water", so called because it was placed in the Atlantic Ocean, 17;30° to the West of the Canary Islands[4]. This meridian, which as we will see derived from that of the " cupola of the Earth ",

* University of Barcelona

(1) This paper was presented at the XVIIIth International Congress of the History of Science (Hambourg, August, 1989). I want to express here my gratitude to Professors E. S. Kennedy, D. A. King and J. Samsó for their most useful comments on a first draft of this paper.

(2) At this respect Cf. J. T. *Renaud*, *Géographie d'Aboulféda*. – Paris, 1848 (Reprint Frankfurt am Main, 1985), CCXXXII – CCLVII; and F. Sezgin , *The Contribution of the Arabic-Islamic Geographers to the Formation of the World Map*.- Frankfurt am Main, 1987, 1 – 49.

(3) E. S. & M. H. *Kennedy*, *Geographical Coordinates of Localities from Islamic Sources*. – Frankfurt am Main, 1987. Cf. also M.H. *Regier* , *Kennedy's Geographical Tables of Medieval Islam : an Exploratory Statistical Analysis*. " *From* Deferent to Equant : a Volume of Studies in the *History of Science in the Ancient and Medieval Near East* in Honour of E. S. Kennedy ". Edited by D. *King* and G. *Saliba*.- New York 1987, 357 – 372, and E.S. Kennedy & M.H. *Regier*, Prime Meridians in Medieval Islamic Astronomy- *Vistas in Astronomy* 28 (1985), 29 – 32.

(4) Cf. R. *Laguarda*, *Fundamentación histórica del descubrimiento de América-*, *Montevideo*, 1988, 14 – 23, where he tries to show that the meridian of water corresponds to the Isle of Antilla .

J. H. A. S. 92 – 93 – 1994 : vol. 10 : pp. 41 – 51 .

L'œuvre Algébrique d'al-khayyâm

Translation and Commentary by :

Roshdî Rashed & Aḥmad Jabbār

Aleppo, IHAS, (1981).

24 × 18 cm. , 144 pp. in Arabic, 192 pp. French, drawing, indices, paper bound.

Kitāb Rasā'el al-Khayyām al-Jabriyya (Algebraic Letters of al-Khayyâm) is edited, studied and translated into French by Dr. Roshdī Rashed, CNRS, Paris, in collaboration with Dr. Ahmad Jabbār .

The work includes all al-Khayyām's well - known manuscripts so far, as well as two epistles, the first of which, edited by " Febka " last century, is a general treatment of the cubic equation. The second epistle, hitherto unedited, which he wrote prior to the above, is a treatise on the division of the quadrant.

A foreword in Arabic, with the entire text and the mathematical analysis (both in French) give al-Khayyām's life and works and provide new ideas on his Algebra.

ᶜUmar al-Khayyām (or al-Khayyâmi) 1048 – 1131 Mathematician, philosopher and poet.

Price : US $ 18.00 (postage expenses are not included).

Bibliography

Haji Khalifa (1835 – 58), *Kashf al-zunun, Lexicon bibliographicum...* IV (Leipzig).

Hughes, B. (1986), " Gerard of Cremona's Translation of al - Khwārizmī's *al - Jabr* : A Critical Edition," in *Medieval Studies* 48, 211 – 263.

Juschkewitsch, A. (1964), *Geschichte der Mathematik im Mittelalter* (Leipzig : Teubner).

Levy, *M.* (1971), *Dictionary of Scientific Bibliography* IV (New York : Scribner) and the authors (1971) of a similar article in *Encyclopaedia Judaica* VIII (New York: Macmillan), 1163–1170.

Libri, G. (ed. 1838), *Histoire des Sciences Mathématiques en Italie* I (Bologna: Forni rept., nd), 304. For a synopsis, see M. Cantor (1906), *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik* I (New York : Johnson rept. 1965), 730 – 733.

Ruska, J. (1917), " Die Regula Sermonis, " in *Zum ältesten arabischen Algebra und Rechenkunst* (Heidelberg), 21 – 23.

Suter, H. (1904), " Über den Verfasser des ' liber augmenti et diminutionis' ", in *Verhandlungen des 3. internationalen Mathematiker-Kongresses* (Heidelberg), 558 – 561. *See also F. Sezgin* (1974) , *Geschichte des arabischen Schifttums* V (Leiden . Brill), 396 – 397.

Tannery, P. (1901), " Sur le ' liber augmenti et diminutionis' compilé par Abraham," *Biblioteca Mathematica* (3) 2 : 45 – 47.

Tropfke, J. (1980), *Geschichte der Elementarmathematik* I (revised edition by K. Vogel, K. Reich, and H. Gericke, Berlin: Walter de Gruyter).

Vogel, K. (ed. 1968), *Chiu Chang Suan Shu Neun Bücher arithmetischer Technik* (Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn) .

hence, for $bx + cz = d$, then $b(a - z) + cz = d$.

The solution of the final equation is completed, using the third process in *Regula Infusa* .

From a strictly algebraic viewpoint, Ajjūb's threefold *Regula infusa* changes an unknown's cœfficient that is other than one to one. He considers three separate and distinct situations without ever generalizing the procedure. Al - Khwārizmī, on the other hand , has a single rule, " . . . what is more or less than [one] treasure is to be reduced to one treasure" (*... quod fuerit maius censu aut minus* , *ad unum reducetur censum* [Hughes , 234]) . His examples show that the three case solved separately by Ajjūb are solved by using what is equivalent to the multiplicative inverse; one rule, one technique. Hence, it may have been al-Khwārizmī who made the generalization. If the threefold rule was common in his day, then his synthesis of the three techniques into one general rule and technique was an obvious improvement over several distinct methods for reaching a unitary cœfficient . Alternately, in light of the facts that a major purpose of algebra was to assist in correctly dividing the estate of a deceased among beneficiaries and that Ajjūb was a professional divisor, his threefold method may witness to an algebraic tradition that antedates al-Khwārizmī yet continues along side later improvements.

From this line of reasoning, another supposition suggests itself: in view of the fact that Ben Ezra was highly knowledgeable about contemporary Arabic thought in Spain , one would expect him to have incorporated al - Khwārizmī's algebra into the Hindu text were he aware of it. Since he was offering an alternative method for solving the problems , surely he would have chosen the simpler method; but he did not. Apparently, he knew nothing about al-Khwārizmī's *Algebra*. On the other hand , since Ben Ezra was trying to enhance the Hindu text, perhaps he thought that Ajjūb's threefold approach was easier to use.

The same phrase appears in the second, fourth, fifth and sixth problems. In the third, the cœfficient is 2 and the instruction is to halve the constant. (Recall that in medieval times, mediation was an arithmetic operation.) The last three problems are in a much later chapter where the author supposedly thought that the reader would have remembered what to do; hence, there is no instruction. The final answer is simply presented.

Another set of five problems are ultimately solved by dividing the constant by the cœfficient of the unknown: [347.17, 350.26, 353.27, 358.28 and 361.1]. What distinguishes these problems is that each begins by seeking to find two unkowns characterized by two conditions. The solution procedure requires a parameter that connects the two unknowns. Then a single equation in one unknown is solved, after the manner of the third category of *Regula Infusa*. The first three problems are " encounters " between two people who are comparing possessions; the remaining two deal with different quantities of goods. All begin with two unknowns.

The encounter problems introduce an auxiliary variable, u (*res*), thus: It is required to learn how much money each of two men, x (*primus*) and z (*secundus*), have. They meet and exchange information. One says to the other, " Give me a dragma and I'll have as much money as you." This condition permits the introduction of an auxiliary variable:

$$x + 1 = z - 1 = u$$

which lead to $\quad x = u - 1$ and $z = u + 1$.

The second condition focuses on the auxiliary variable. The other person says, " Give me four dragma and I will have twice as much as you." This condition can be represented as

$$2\,(u - 1 - [4]) = u + 1 + [4]$$

$$2\,(u - 5) = u + 5\,.$$

Hence, $\quad u = 15$, $x = 14$ and $z = 16$.

Each of the quantity problems seeks to learn how much of two different things are in its own group. The first asks about two kinds of gold coins; the other queries about two kinds of grain. Both problems solve for one unknown in terms of the other with the usual consequent substitution. That is,

if $\quad x + z = a$, then $\quad x = a - z$;

$$\frac{5}{3}z - \frac{2}{5} \cdot \frac{5}{3}z = 30 - \frac{2}{5} \cdot 30$$

$$z = 18 .$$

Problems [317.18 and 320.4] are solved in the same way.

The other three of this set of six problems, however, while eventually using the subtractive process, introduce something new : a parameter. The solution of problem [320.20] shows it : " A treasure is increased by a third. Then a fourth of the aggregate is added to the first sum . The new sum is 30. How much was the treasure originally ? " The method calls for the first sum, $x^2 + \frac{1}{3}x^2$ to be represented by a " thing " (*res*) or . Then the representative equation becomes

$$z + \frac{1}{4}z = 30 .$$

This is solved by the subtractive process to produce $z = 24$ which gives a value to the initial condition; that is,

$$x^2 + \frac{1}{3}x^2 = 24 .$$

This is solved by the subtraction procedure. In short, the three problems employ a parameter, and the subtraction process is used twice.

If the unknown in the next-to-last step in the solution of an equation representing a problem has an integral cœfficient greater than one, the solution process comes from the third category within *Regula Infusa.* Nine problems belong here: [325.13, 327.18, 328.3, 331.22, 333.26, 336.11, 363.7, 365.14 and 367.16]. The procedure is straightforward: divide the constant by the integral cœfficient. The first problem leads to

$$8z = 21 .$$

The instructions in the text are " Divide 21 per 8 res. " Note that at this point in time, there was no word for " cœfficient" ; the reader was supposed to know (or, learn) that the divisor was the 8 alone .

Hence, $\quad z = \frac{21}{8} = 2\frac{5}{8} .$

With the sum of the cœfficients less than 1, the author asks, "How much must be added to $\frac{4}{8}z$ and $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8}z$ until one z remains?" Obviously, it is $\frac{7}{16}z$. To obtain this, he takes $\frac{7}{9}$ of $\frac{9}{16}z$ which he adds to the left side of the equation. Similarly and with respect to the constant term, he adds $\frac{7}{9}$ of 16 to 16, resulting in

$$z = 24\frac{4}{9}.$$

In general, if $\frac{a}{b}z$ must be added to $\frac{c}{d}z$ in order to produce one z, then the fractional cœfficient is always multiplied by $\frac{a}{c}$; likewise the constant term is multiplied by $\frac{a}{c}$. Finally, the products are added to the terms on their respective sides to reach the answer. The remaining problems are all solved in this way.

There are six problems whose cœfficient are mixed numbers: [315.19, 317.18, 320.4, 320.20, 321.1 and 322. 14]. The general pattern can be seen in the solution of the first problem: " A treasure is increased by a third, a fourth and a twelfth of its original amount to become 30. How large was it originally? " The representative equation is

$$z + \frac{1}{3}z + \frac{1}{4}z + \frac{1}{12}z = 30.$$

After all the terms are added together, it becomes

$$\frac{5}{3}z = 30.$$

In order to reach a coefficient of unity for the unknown, $\frac{2}{3}z$ must be subtracted from $\frac{5}{3}z$. Hence, by following the rule stated above for adding to reach unity, two-fifths of $\frac{5}{3}z$ must be subtracted from one side of the equality and two-fifths of 30 from the other side; that is,

gate the remainder is halved and 2 taken away. The boy has only 1 piece of fruit left. How many pieces of fruit did he take originally? Libri [343 n(2)] suggests this equation:

$$\{x - \frac{x}{2} - 2\} - \{\frac{1}{2}(x - \frac{x}{2} - 2) - 2\} - \{\frac{1}{2}(x - \frac{x}{2} - 2 - \frac{1}{2}[x - \frac{x}{2} - 2] - 2) - 2\} = 1.$$

forbidding to behold and impossible to invert. Rather, the correct representation consists of three equations in three unknowns:

$$\frac{1}{2}x - 2 = v \; ; \; \frac{1}{2}v - 2 = z \; ; \; \frac{1}{2}z - 2 = 1.$$

By solving the equation in z, substituting into the equation to its left to solve for v, and substituting again and solving, we find that $x = 36$. Problem [344.6] differs in that the end result of the bribes has the thieving lad escaping with his life but without any apples. Problem [344.19] differs in that the gatekeepers give back different numbers of apples.

The *Regula Infusa* is a generic name for a method that operates on, what we would call, the positive cœfficient of the unknown and the constant term. Since the cœfficient may be a fraction less than one, a mixed number or an integer greater than one, each situation has its own technique. For the first case, the use of the *Regula infusa* is ordinarily introduced by the question, " Tell how much of the unknown must be added to it to make one thing? " (*Dic ergo quantum adjungetur* [*tantis partibus*] *rei donec redeat* [*una*] *res*? [312.5, 313.7, 313.16, etc.]). The second case where the cœfficient is a mixed number uses the command, " Produce one thing from one unknown and so many of its parts" (*Denomina rgo* [*unam*] *rem a re et* [*tantis partibus*] *rei*. [315.23, 318.6, 312.16, etc.]) . For the third case , a simple "Divide" signals the beginning of the final step of the solution.

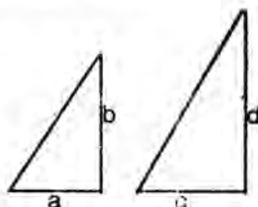
For a cœfficient less than one, there are six problems: [311.10, 312.15, 313.12, 338.20, 340.27, and 343.3]. The first seeks to discover how much money a person started with, if after a number of payments, so much is left. The problem can be represented by the equation

$$\{z - 4\} - \{\frac{1}{4}(z - 4) - 5\} - \{\frac{1}{4}(z - 4 - \frac{1}{4}[z - 4] - 5)\} = 10.$$

which can be reduced to

$$\frac{4}{8}z + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8}z = 16.$$

$a : b = c : d$



Assume that c is unknown. Then $\frac{ad}{b} = c$. *Mathematically* , the product can be taken first, then the quotient found to determine c. *Actually* , however, the method our author employs is, enlarge (or, shorten) a in order to find c . This requires first that the quotient $\frac{d}{b}$ be found. Afterwards, a is multiplied by the quotient to produce c. Hence in the solution , Ben Ezra finds the quotient, two and two fifths, by dividing twelve by five. He continues in the manner stated above.

The second and final problem solved by single false position is [367.20] in which there is a much more complicated set of circumstances . Algebraically, the problem can be restated in this equation:

$$\frac{1}{4}\left(\frac{1}{4}z + \frac{1}{5}\cdot\frac{3}{4}z\right) + \frac{1}{5}\left(\frac{3}{4}z - \frac{1}{5}\cdot\frac{3}{4}z\right) = 7 .$$

By letting $z = 20$ and computing, the left side takes the value $4\frac{2}{5}$. Then the text puts the question in nearly the same words as in the first problem [306.18]: " *Ergo dicis: in quam numerum multiplicantur quattuor et due quinte donec perveniant viginti* ? " The response is $4\frac{6}{11}$ that in turn yields the value of the treasure, $31\frac{9}{11}$.

Three problems are solved by the method of inversion: [343.14, 344.6 and 344.19] . Inversion operates on the numbers given in the problem, beginning with the last bit of information and inverting the standardorder of operations ; that is, subtract , add , divide , and lastly multiply the numbers that produced the given final result. Problem [343.24] is the time honored puzzle of the lad who stole fruit in an orchard and had to pay off three gatekeepers in order to exit safely. At the first gate the keeper takes half and 2 more, at the next gate the same happens and again at the third

The text is a substantial collection of curious problems whose solutions depend on mathematics. The problems are grouped according to titles the author gives the several chapters in the *Introduction*: treasures (*de censibus*), apples (*de pomis*), encounters (*de obviatione*), exchange (*de cambitione*), tens and wheat and barley (*de decenis et frumento et ordeo*), bargains (*de mercatis*), and rings (*de anulis*). Toward the end of the text he adds another chapter: selling (*de foris rerum vendium*). These categories identify the topics of the problems rather than the methods for solving them, it being understood that most of the problems are first solved by double false position except in the chapter *On rings* where the problems are solved by manipulating a hidden number. Consequently and anachronistically, I have categorized the other solutions according to the type of equation that represents the problem. There are two types : one equation in one unknown; two equations in two unknowns. All the equations are linear, regardless of the word *census* used here and by later translators to signify *unknown squared*. Juschkewitsch [214, (n) 1] noted that the short title, *Liber augmenti et diminutionis* is remarkably similar to " Überschuss und Fehlbetrag , " the title of the seventh chapter of the Chinese text, *Nine Chapters of the Mathematical Art* (*ca*. 350 B. C.) ; the problems, however, are not the same [*compare with* Vogel 70 – 79] .

Equations in one unknown are solved in five different ways under three rubrics: by single false position, inversion and *regula infusa*. Let us consider and exemplify each way by itself. Exemplary problem will be identified by a number: the integer names the page and the decimal identifies the line number.

Problems (306.16 and 367.20) and only these two are solved by *single* false position. The first seeks to learn how much there is to a treasure before it has been depleted by a third and fourth to leave only 8. (He dœs not tell us what the " 8 " represents.) Hence, in modern terms

$$z - \frac{1}{3}z - \frac{1}{4}z = 8 .$$

By choosing $z = 12$ to remove the fractions and computing, an obviously incorrect 5 remains . So he asks , " Tell me then : by how much must you multiply 5 until you get 12 ?" (Dic ergo in quam rem multiplcatur quinque *donec redeat duodecim* ? [p. 306]) Without offering any computation he responds, " Two and two fifths. " And so he multiplies eight by two and two fifths to get the correct value of the treasure , $19\frac{1}{5}$.

The theory undergirding the method of single false position is analogous to the theory of similar triangles. For instance,

Problem - Solving by Ajjub al-Basrī
An Early Algebraist

BARNABAS HUGHES

Sometime in the eleventh century Abraham ben Ezra reputedly translated into Latin an Hindu tract on the Rule of False Position titled *Liber augmenti et diminutionis vocatus numeratio divinationis , ex eo quod sapientes Indi posuerunt , quem Abraham compilavit et secundum librum qui Indo - rum dictus est composuit* [Libri 304]. All of the nine chapters save the last pose and solve what may be described as recreational problems by the method of false position [Tropfke 371f.]. Because of the title, the tract is commonly attributed to Ben Ezra, even though some writers do not include it in their lists of his writings [Levy 502 – 503; Tropfke 662], while another thinks it was originally written by abu Kamil [Suter 559 – 561]. Noteworthy is the fact that after solving the fifth problem in the first chapter, Ben Ezra remarks that he is going to solve some of the problems by the rule that is called *infused*, attributed to Job the Divisor, son of Solomon *(Quedam vero harum questionum investigantur secundum regulam que vocatur infusa . Et ipsa est regula Job, filii Salomonis divisoris*. [Libri 312]) . Two questions arise: Who is this Job, son of Solomon? and What is his *regula infusa* ?

The probable identity of Job was discovered by Julius Ruska. He noted that the text called Job a " divisor"; that is, as written in a margin of the manuscript, a professional among the Moslems who is hired to divide estates according to the wishes of the deceased and the rules of the *Koran*. Then Ruska found in Haji Khalīfa this entry, " 8974 . Ferārdh Eyyūb El-Baṣri, doctrina hereditates dividendi, auctore Eyyūb El-Baṣri." [Katip 398]. According to him [Ruska 21 – 23], Job seems to have been Ajjūb ben Sulaiman al-Baṣri , the first Arab who mastered the Hindu technique of solving equations. Nothing more could be found about this elusive Job. Yet, what he did discover sets aside Tannery's thinking [45 (n)] about the meaning of the name *Job*. (Further, Tannery has nothing to offer about the identity of Abraham.) The second question about the *regula infusa* will receive considerable attention farther on. But first a few general remarks about the treatise on false position are appropriate.

J. H. A. S. 92 – 93 – 1994 : Vol. 10 : pp. 31 – 39 .

The Exhaustive Treatise on Shadows

By Abū-Al-Rayḥān al-Bīrūnī

Translation and Commentary by E S. Kennedy

Aleppo, IHAS, (1976)

Two volumes, 28 × 20 cm, Vol I , XV, 281 pp. (translation) Vol II, XVII, 223 pp. (Commentary),

19 text drawing, biblio, indices, paper bound.

This is a two volume offset publication of an English translation and commentary of al-Bīrūnī's treatise on shadows, (Ifrād al-Maqāl fi Amr al-Ẓilāl), the Arabic text of which was published in Hyderabad-Dn in 1948.

Al-Bīrūnī discussed an astonishing variety of topics related to shadows, their nature, properties and utilities. He ranged through optics, etymology, literature, religion, mathematics and astrology.

This important work of al-Bīrūnī's, the celebrated 11th century scientist of Central Asia, is significant as a primary source for the History of ancient and medieval exact sciences. Numerous excerpts cited from the writings of earlier scientists who wrote in Greek, Persian, Arabic and Sanskrit, give this work a particularly valuable feature .

Price: US $ 40.00 (2 vols). (postage expenses are not included).

References

Apollonius, Conics (Books I – IV) . Greek text in *Heiberg, Apollonius*. French translation in *Ver Eecke*. English paraphrase in *Heath, Apollonius*.

Bulmer - Thomas I. Bulmer-Thomas, *Greek mathematical works*. Cambridge Harvard University Press, London: William Heinemann Ltd. 2 vols. , 1967. Reprint of the 1939 edition.

COBRH Codices Orientalis Bibliothecae Regiae Hafnensis. Pars altera, codices hebraicos et arabicos continens. Copenhagen 1851.

Djebbar A. Djebbar, *Deux mathématiciens peu connus de l'Espagne du XI^e siècle: Al-Mu'taman et Ibn Sayyid*. Université de Paris-Sud, Département de Mathématique, 91405 Orsay Cedex, France 1984. Also in : M. Folkerts, J. P. Hogendijk (eds.), *Vestigia Mathematica*, Studies in medieval and early modern mathematics in honour of H. L. L. Busard, Amsterdam 1993, pp. 79 – 92.

Euclid, see *Heath, Euclid*.

GAS F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*. Vol. 5, *Mathematik* bis ca. 430 *H*. Vol. VII, *Astrologie, Meteorologie und Verwandtes*. Leiden: Brill, 1974, 1978.

Heath, Apollonius T. L . Heath, *Apollonius of Perga. Treatise on conic sections* . Cambridge : Cambridge University Press, 1896.

Heath, HGM T. L. Heath, *A history of Greek mathematics*. Oxford: Clarendon Press 1921. Reprint: New York (Dover) 1981.

Heath, Euclid T. L. Heath, *Euclid. The thirteen Books of the Elements*. Cambridge: Cambridge University Press. Second edition.

Heiberg, Apollonius J. L. Heiberg, *Apollonii pergaei quae Graece exstant cum commentariis antiquis*. Leipzig : Teubner, 1893.

Heiberg, Archimedes J. L. Heiberg, *Archimedis Opera Omnia cum commentariis Eutocii*. Stuttgart: Teubner, 3 vols., 1972 (reprint of the second edition, 1915).

Hogendijk 1 J. P. Hogendijk, " Greek and Arabic constructions of the regular heptagon ", *Archive for History of Exact Sciences* 30 (1984), 197 – 330 .

Hogendijk 2 J. P. Hogendijk , Discovery of an 11 – th century geometrical compilation: the *Istikmāl* of Yusuf al-Muʾtaman ibn Hud, king of Saragossa". *Historia Mathematica* 13 (1986), 43 – 52.

Hogendijk 3 J. P. Hogendijk, " Le roi-géomètre Al-Muʾtaman ibn Hud et son livre de la perfection (Kitab al-Istikmāl)". In : *Actes du premier colloque international sur l'histoire des mathématiques arabes, Alger*, 1 , 2 , 3, *décembre* 1986, pp. 53 – 66. Algiers: Maison des livres, 1988.

Hogendijk 4 J. P. Hogendijk, " The geometrical parts of the *Istikmāl* of Yusuf al-Muʾtaman ibn Hud. An analytical table of contents " , *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 41 (1992), 207 – 281.

Hogendijk 5 J. P. Hogendijk, " Al-Muʾtaman's simplified lemmas for solving " Alhazen's problem". To appear.

Knorr 1 W. R. Knorr " Observations on the early history of conics". *Centaurus* 26 (1982), 1 – 24.

Knorr 2 W. R. Knorr, *The ancient tradition of geometric problems*. Boston: Birkhäuser, 1986.

Knorr 3. W. R. Knorr, *Textual studies in ancient and medieval geometry*. Boston: Birkhäuser, 1988.

Thaer C. Thaer, " Die Würfelverdoppelung des Apollonios " . *Deutsche Mathematik* 5 (1940) , 241 – 243.

Tūsī Naṣir al-Din al-Tūsī. *Majmūʿ al-Rasāʾil* , 2 vols. Hyderabad: Osmania oriental publications Bureau, 1358 A. H. / 1952 A. D.

Toomer G. J. Toomer, *Diocles on Burning Mirrors*. New York: Springer, 1976.

Ver Eecke P. Ver Eecke, *Les Coniques d'Apollonius de Perge*. Paris: Blanchard, 1959. Reprint of the 1922 edition.

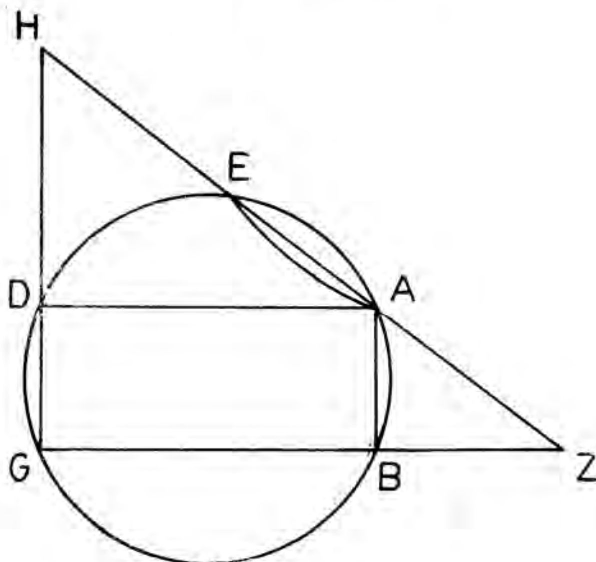


Figure 6

Proof of this: Since line AZ is equal to line EH <the rectangle AZ,ZE is equal to the rectangle AH, HE, so >[20] the rectangle GZ, ZB is equal to the rectangle GH, HD. Thus the ratio of GH to GZ, which is equal to the ratio of AB to BZ, and equal to the ratio of HD to DA, is equal to the ratio of BZ to DH. Thus the ratio of AB to BZ is equal to the ratio of BZ to DH, and equal to the ratio of DH to DA. That is what we wanted to demonstrate.

20. I have tentatively reconstructed the incomplete text. A marginal remark states that "this has been proved in the 18th proposition of the first section of the third species of the fourth species". The theorem in question includes *Conics* II:8, which is to the effect that $AZ = EH$ because points A and E are on the hyperbola and Z and H on its asymptotes. There are more marginal remarks at the top of f. 105a, but I was not able to read them because most of the text has been destroyed by worms. Because A, E, G and B are on a circle we have $AZ \cdot ZE = GZ \cdot ZB$ by Euclid, *Elements*, III : 36, and similarly $AH \cdot HE = GH \cdot HD$ because A, E, G and D are on a circle.

(Figure 5) We can also find this by means of a parabola and a circle. Let the two lines be lines <AB>, BG, and they contain a right angle. Let us draw through points A, B, G a circle. Let BG be the greater of the two lines, and let us make <it> the parameter and the axis of a parabola with vertex at point G. Let it meet the circle at point D. We draw from point D an ordinate DE. I say that lines DE, EG are the two mean proportionals. Proof of this: We join AD, and we extend it rectilinearly to meet line BG at point Z. We join DG. Then, since the angle at point D is (a) right (angle), the ratio of ZE to ED is equal to the ratio of ED to EG. Since BG is a parameter of (conic) section GD, the rectangle BG, GE is equal to the square of DE, so the ratio of BG to DE is equal to the ratio of DE to EG. Thus line BG is equal to line ZE. If we subtract the common (part) BE, ZB is equal to line EG. Thus the ratio of ZE to ED is equal to the ratio of line ED to line EG, and the ratio of line EZ to line ED is equal to the ratio of line BZ to line BA. Thus the ratio of line BG to line ED is equal to the ratio of line ED to line EG, and equal to the ratio of line EG to line AB.

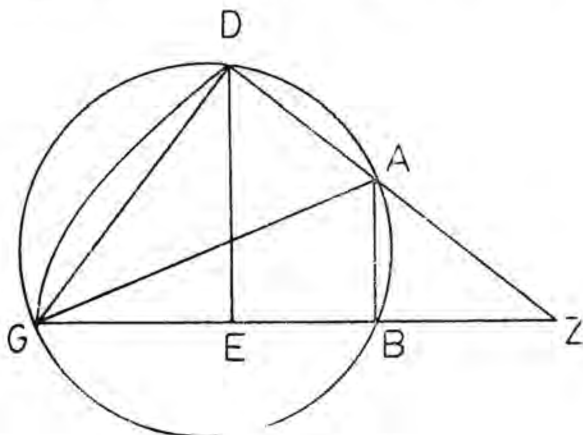


Figure 5

(Figure 6) This can also be demonstrated by means of a hyperbola and a circle. That is: if we let lines AB, BG (ms. AG) contain a right angle, and (if) we complete parallelogram $ABGD$, and construct on it a circle, and construct on point A a hyperbola with asymptotes lines BG, GD, and let it meet the circle at point E. We join AE and extend it to meet lines GB, GD at points Z, H. Then I say that lines BZ, DH are as we wished.

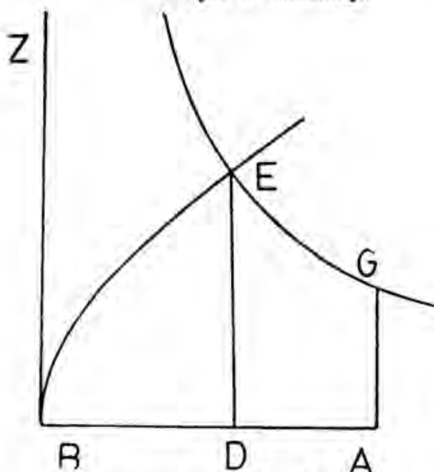


Figure 4

(Figure 4) We can also find this by means of a parabola and a hyperbola. Let us assume that this exists, by way of analysis, and let the ratio of AB to ED be equal to the ratio of ED to DB and equal to the ratio of DB to AG. Then the rectangle AB, BD is equal to the square of DE. Thus, if we make line DE parallel to line AG, the parabola with parameter line AB[18] passes through point E. Since the rectangle AG , AB is equal[19] to the rectangle ED, DB , therefore if we draw through point B line BZ parallel to line DE, then the hyperbola drawn through point G with asymptotes lines AB , BZ passes through point E. It (point E) is therefore assumed (i. e. given).

Synthesis : We assume two lines AB , AG containing an angle. We construct on line AB a parabola with vertex point B and parameter line AB[18] . We draw from point B line BZ parallel to line AG, and we construct on point G a hyperbola with asymptotes lines AB , BZ, namely (conic) section GE, and let it meet the parabola at point E. Let us draw the ordinate DE. Then, since (conic) section GE is a hyperbola, the rectangle AG , AB is equal to the rectangle ED , DB. Thus the ratio of AB to DE is equal to the ratio of DB to AG. Since (conic) section BE is a parabola with parameter AB, the rectangle AB, BD is equal to the square of DE . Thus the ratio of AB to DE is equal to the ratio of DE to DB .

18. The ordinates of the parabola are assumed to be parallel to AG . The angle is not necessarily a right angle.

19. A marginal remark states : " this has been proven in the 19th proposition of the first section of the third species of < the fourth species >. This (extant) theorem of the *Istikmāl* includes the equivalent of *Conics* II:12. Point E is on the hyperbola by the converse of *Conics* II:12 .

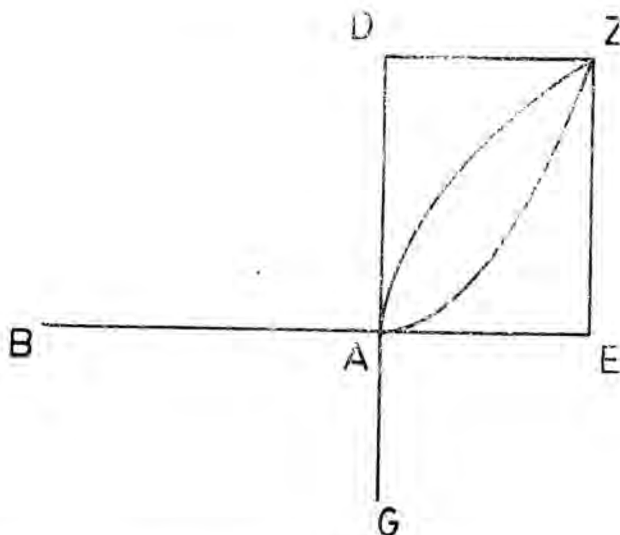


Figure 3

D, *E* two lines parallel to lines *AE*, *AD* meeting at point *Z*, then the rectangle *AB*, *AE* is equal to the square of *EZ*. Therefore the parabola with axis *AE* and parameter *AB* passes through point *Z*. Similarly, because the rectangle *AG* , *AD* is equal to the square of *ZD*, the parabola with axis *AD* and parameter line *AG* passes through point *Z*. The two (conic) sections are known in position, so point *Z* is known in position.

Synthesis · If we make line *AB* the parameter of a (conic) section with vertex point *A* and axis line *AE* , namely (conic) section *AZ*, and if we draw another (conic) section with parameter line *AG* and axis line *AD*, then it will meet (conic) section (ms. diameter) *AZ* at point *Z*, and (if) we draw from the common point *Z* two ordinates, namely lines *ZE*, *ZD*, then they are the two mean proportionals. Proof of this : Since (conic) section *AZ* is a parabola with parameter *AB*, the rectangle *AB*, *AE* is equal to the square of *AD*. Thus the ratio of *AB* to *AD* is equal to the ratio of *AD* to *AE*. Similarly also , since the rectangle *AG* , *AD* is equal to the square of *AE*, the ratio of *AD* to *AE* is equal to the ratio of *AE* to *AG*. But the ratio of *AD* to *AE* is equal to the ratio of *AB* to *AD* . Thus the ratio of *AB* to *AD* is equal to the ratio of *AD* to *AE* and equal to the ratio of *AE* to *AG* .

وقد يستبين ذلك أيضاً بقطع زائد ودائرة. وذلك أنا إذا[٩] جعلنا خطي اب بج[١٠] يحيطان بزاوية قائمة ، وتمّمنا سطح ابجد المتوازي الأضلاع ، وعملنا عليه دائرة وعملنا على نقطة ا قطعاً زائداً يكون الخطّان اللذان لا يقعان عليه خطي بج جد وليلق الدائرة على نقطة ه . ونصل اه ونخرجه حتى يلقى خطي جب جد على نقطتي ز ح . فأقول : إن خطي بز دح كما أردنا . برهان ذلك : لأن خط از مساوٍ لخط هح يكون[١١] < مسطح از في زه مساوياً لمسطح اح في حه فيكون > مسطح جز في زب مساوياً[١٢] لمسطح جح في حد . فنسبة جح إلى جز ، التي هي كنسبة اب إلى بز وكنسبة حد إلى دا ، كنسبة بز إلى دح[١٣]. فنسبة اب إلى بز كنسبة بز إلى دح وكنسبة دح إلى دا . وذلك ماأردنا أن نبين .

Translation

In the name of God, the Merciful, the Compassionate. God bless Muḥammad.

The fifth species from the two genera on the mathematical sciences, on the combination of solids and their surfaces. It is in two species.

The first species on the combination of solids with plane surfaces and their surfaces[17]. The first species is divided into two sections: the first section, on the preliminaries, which play a role in the theories that follow, and the second section on the combination of solids with plane surfaces and their surfaces.

The first section. We want to demonstrate how we find two lines between two lines in continued proportion (Figure 3). Thus let the two lines be lines AB, AG and let them contain a right angle. Let us produce line AB rectilinearly to E, and AG rectilinearly to D. Then, in the way of analysis if we assume that lines AD, AE are the two means and that the ratio of AB to AD is equal to the ratio of AD to AE and equal to the ratio of AE to AG, then the rectangle AB, AE is equal to the square of AD, and the rectangle AD, AG is equal to the square of AE. Thus, if we draw from points

(٩) إذا : (في الحاشية فقط) .

(١٠) با جيم : الف جيم .

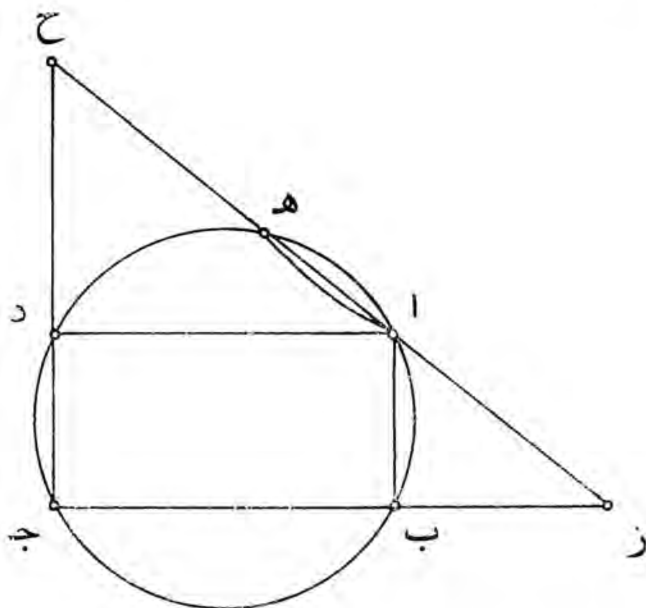
(١١) مساو لخط ها حا يكون : (في الحاشية فقط) .

(١٢) حاشية : تبين ذلك في الشكل الثامن عشر من الفصل الأول من النوع الثالث من النوع الرابع .

(١٣) دال حا : زاي حا .

17. A marginal note in a different hand adds: "The second species, on the combination of round solids and their surfaces."

د . ونخرج من نقطة د خطاً على الترتيب وهو د ه . فأقول إن خطي د ه ه ج هما الوسطان في النسبة . برهان ذلك : إنا نصل ا د ونخرجه على استقامة إلى أن يلقى خط ب ج على نقطة[٨] ز . ونصل د ج . فلأن الزاوية التي عند نقطة د قائمة تكون نسبة ز ه إلى ه د كنسبة ه د إلى ه ج . ولأن ب ج ضلع قائم لتطع ج د يكون مسطح ب ج في ج ه مساوياً لمربع د ه فنسبة ب ج إلى د ه كنسبة د ه إلى ه ج . فخط ب ج مساوٍ لخط ز ه . وإذا أسقطنا ب ه المشترك كان ز ب مساوياً لخط ه ج . فنسبة ز ه إلى ه د كنسبة خط ه د إلى خط ه ج . ونسبة خط ه ز إلى خط ه د كنسبة خط ب ز إلى خط ب ا . فنسبة خط ب ج إلى خط ه د كنسبة خط ه د إلى خط ه ج وكنسبة خط ه ج إلى خط ا ب .



(٨) نقطة : استقامة (نص) ، نقطة (حاشية)

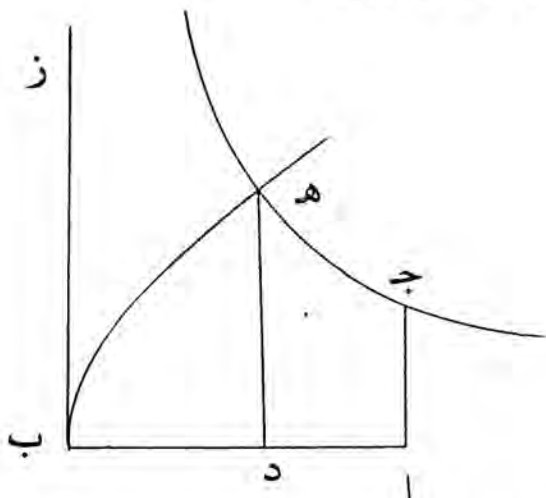
د ب[٥] ، إذا أخرجنا من نقطة ب خط ب ز موازياً لخط د ه كان القطع الزائد الذي يرسم على نقطة ج والخطّان اللذان لا يقعان عليه خطا ا ب ب ز يمرّ بنقطة ه ، فهي مفروضة.

فعلى التّركيب نفرض خطّي ا ب < ا > ج يحيطان بزاوية . ونعمل على خطّ ا ب قطعاً مكافياً رأسه نقطة ب وضلعه القائم خط ا ب . ونخرج من نقطة ب خط ب ز موازياً لخط ا ج ، ونرسم على نقطة ج قطعاً زائداً يكون الخطان اللذان لايقعان عليه خطي ا ب ب ز وهو قطع ج ه ، وليلق القطع المكافي على نقطة ه . ولنخرج خط د ه على التّرتيب . فلأن قطع ج ه زائد يكون مسطح ا ج في ا ب مساوياً لمسطح ه د في د ب . فتكون نسبة ا ب إلى د ه كنسبة د ب إلى ا ج . ولأن قطع ب ه مكافٍ وضلعه القائم ا ب يكون مسطح ا ب في ب د مساوياً لمربع د ه . فنسبة ا ب إلى د ه كنسبة د ه إلى د ب .

وقد نجد ذلك بقطع مكافٍ ودائرة[٦] . فليكن الخطّان خطّي <ا ب> ب ج ويحيطان بزاوية قائمة . ولنرسم على نقط ا ب ج دائرة . وليكن ب ج أعظم الخطّين ولنجعله[٧] ضلعاً قائماً وسهماً لقطع مكافٍ رأسه نقطة ج . وليلق الدائرة على نقطة

(٥) دال با : دال فا .
(٦) دائرة : وهي (نص) ، دائرة (حاشية) .
(٧) ولنجعله : ولنجعل .

فعلى التّركيب : إذا جعلنا خط[٢] ا ب ضلعاً قائماً لقطع يكون رأسه نقطة ا وسهمه خط ا ه وهو قطع ا ز . ورسمنا قطعاً آخر يكون ضلعه القائم خط ا ج وسهمه خط ا د فلقي قطع[٣] ا ز على نقطة ز ، وأخرجنا من نقطة ز المشتركة خطين على التّرتيب وهما خطا ز ه ز د كانا الوسطين في النسبة . برهان ذلك : لأن قطع ا ز قطع مكافٍ وضلعه القائم ا ب يكون مسطح ا ب في ا ه مساوياً لمربع ا د . فنسبة ا ب إلى ا د كنسبة ا د إلى ا ه . وكذلك أيضاً لأن سطح ا ج في ا د مساوٍ لمربع ا ه تكون نسبة ا د إلى ا ه كنسبة ا ه إلى ا ج . ونسبة ا د إلى ا ه كنسبة ا ب إلى ا د . فنسبة ا ب إلى ا د كنسبة ا د إلى ا ه وكنسبة ا ه إلى ا ج .

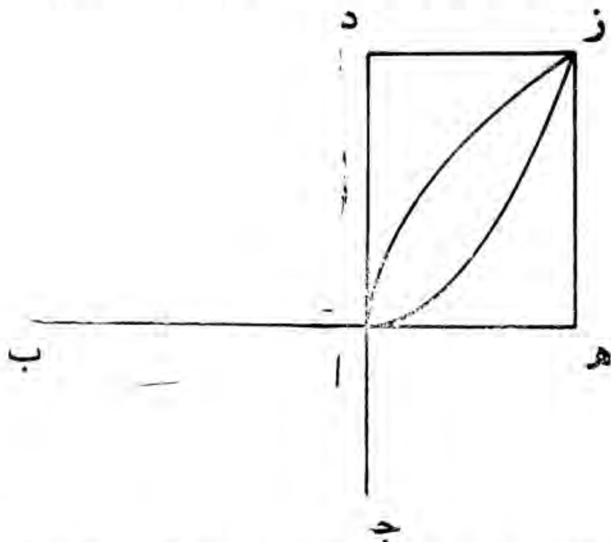


وقد نجد ذلك بقطعٍ مكافٍ وزائد . فلنفرض <أن> ذلك قد كان على التحليل ولتكن نسبة ا ب إلى ه د كنسبة ه د إلى د ب وكنسبة د ب إلى ا ج . فيكون مسطح ا ب في ب د مساوياً لمربع د ه . فإذا جعلنا خط د ه موازياً لخط ا ج كان القطع المكافى الذي ضلعه القائم خط ا ب يمرّ بنقطة ه . ولأن مسطح ا ج في ا ب مساو[٤] لمسطح ه د في

(٢) خط : خطي .
(٣) قطع : قطر .
(٤) حاشية : تبين ذلك في الشكل التاسع عشر من الفصل الأول من النوع الثالث من < النوع الرابع > .

بعضها إلى بعض[1] . النوع الأول ينقسم إلى فصلين . الفصل الأول في مقدمات تتصرف فيما بعد من العلوم . الفصل الثاني في إضافة المجسمات المستقيمة السطوح وسطوحها بعضها إلى بعض .

الفصل الأول. نريد أن نبيّن كيف نجد خطّين بين خطّين تتوالى متناسبة. فليكن الخطان خطي اب اج وليحيطا بزاوية قائمة ولنخرج خط



اب على استقامة إلى ه و اج على استقامة إلى د . فعلى التحليل إذا فرضنا خطي اد اه هما الخطان الوسطان وأن نسبة اب إلى اد كنسبة اد إلى اه وكنسبة اه إلى اج ، كان مسطح اب في اه مساوياً لمربع اد ومسطح اد في اج مساوياً لمربع اه . فإذا نحن أخرجنا من نقطتي د ه خطين موازيين لخطي اه اد والتاقيا على نقطة ز كان مسطح اب في اه مساويا لمربع هز . فالقطع المكافى الذي سهمه اه وضلعه القائم اب يمر بنقطة ز . وكذلك لأن مسطح اج في اد مساو لمربع زد يكون القطع المكافى الذي سهمه اد وضلعه القائم خط اج يمر بنقطة ز . والقطعان معلوما الوضع فنقطة ز معلومة الوضع .

(١) حاشية : النوع الثاني في إضافة المجسمات المستديرة وسطوحها بعضها إلى بعض .

a parabola and a circle. It is unlikely that such a solution would have vanished without leaving a trace in the quite considerable literature on conic sections that has survived from this period[14]. Hence it seems that (c) was unknown to the 10th century geometers in the Eastern Islamic world.

The fact that there were competent geometers who knew (*b*) and (*d*) but who did not know (*c*) shows that the discovery of (*c*) is not a trivial accomplishment in the context of medieval geometry. Such a discovery presupposes perfect insight into the ideas behind the constructions (*b*) and (*d*), independent of the notations that were used (compare Figures 4 and 6), and good a knowledge of conic sections. Thus the author of (*c*) must have been a capable mathematician.

Al-Muʾtaman's mathematical abilities are shown by the remarkable simplification in the *Istikmāl* of the difficult solution of the " problem of Alhazen " found in Ibn al-Haytham's *Optics*[15]. Because Ibn al-Haytham died around 1041, less than 45 years before Al-Muʾtaman, and because no other traces of the *Optics* are known in the entire Arabic tradition before ca. 1300, it is practically certain that Al-Muʾtaman was the author of these simplifications. As we have seen, it is unlikely that (*c*) was known to the geometers of the 10th-century Eastern Islamic world. We can therefore assume that al-Muʾtaman was also the author of (*c*).

Text and translation of proposition* 1 *of section* 1 *of species* 1 *of species* 5 *of the Istikmāl.

The following edition of the Arabic text is based on the manuscript Copenhagen, Royal Library, Or. 82, f. 104a – 105a[16]. My own explanatory additions are in parentheses. The abbreviation ms. in the translation indicates erroneous words or letters in the manuscript. Words and passages in pointed brackets < > have been added by me in order to restore the text. In the Arabic manuscript the scribe writes the full names of letters denoting points in geometrical figures (for point *A* the name *alif* instead of the letter *alif*). In my edited text I write the letters and not the names.

Arabic text

بسم الله الرحمان الرحيم . صلى الله على محمّد .

النوع الخامس من جنسي التعاليم الرياضية في إضافة المجسمات وسطوحها بعضها إلى بعض وهو نوعان . النوع الأول في إضافة المجسمات المستقيمة السطوح وسطوحها

14. See for example *Knorr* 3 and *Hogendijk* 1.
15. See *Hogendijk* 3, 5.
16. See *COBRH* 64 – 67 and *Hogendijk* 2 or 4.

can be proved that there were at least two capable geometers before al-Muʾtaman who knew (*b*) and (*d*) , namely Abū Jaʿfar al-Khāzin (early 10th century) and Al-Sijzī (middle of 10th century) . Abū Jaʿfar al-Khāzin must have known (*b*) . because he refers to Eutocius' collection of constructions of two mean proportionals; Abū Jaʿfar also discussed (*d*) in detail[9] . In a manuscript in Paris (Bibliothèque Nationale, Fonds Arabe 2457 , 191b) Al – Sijzī summarized the commentary of Eutocius, so he knew (*b*) . In the same manuscript, al-Sijzī copied (*d*) in the version of his contemporary al-Harawī; al-Sijzī also wrote an edited version of (*d*)[10] . Finally it can be noted that Abū Sahl al-Kūhī also knew (*d*)[11] , and that (*b*) was known to the 10th – century geometer Abū ʿAbdallāh Al-Shannī , who mentions in his *Disclosure of the fallacy of Abū'l - Jūd* (Kashf tamwīh Abī'l – Jūd): "the book of Eutocius who collected in it the statements of the ancients on the construction of two mean proportionals between two given lines , and he rendered in it two methods by Mānāchmus, in one of which he used a hyperbola and a parabola and in the second of which he used two parabolas[12] . " Here Al-Shannī refers to (*b*) and (*a*).

To sum up : in the 10th century there were at least four geometers who knew (*d*) and three geometers who knew (*b*) , and two geometers who knew (*b*) and (*d*)[13] . However, (*c*) dœs not appear in any known geometrical work that was written in the entire Eastern Islamic world. We note that especially the 10th-century Eastern Islamic geometers were very fond of finding new solutions to old problems , such as the trisection of the angle and the construction of a regular heptagon, by means of conic sections. Hence there would have been much interest in the 10th century in a solution (*c*) of the prestigious problem of two mean proportionals by means of

9. Cf. *Knorr* 3, pp. 311 , 254 – 255.
10. Cf. *GAS* V, p. 130, a ; *GAS* VII, p. 409 no. 7.
11. Cf. *Knorr* 3 , pp. 252 – 265.
12. Al-Shannī then renders the synthesis of (*a*) beginning with "Mānāchmus said" (ms. Kairo , Dār al-Kutub Muṣṭafā Fāḍil Riyāḍa 41m , 132b, see *Hogendijk* 1, p. 277, M8). Al-Shannī says that (*a*) was plagiarized by Abū'l -Jūd in his work *al-Handasiyyāt* (" Geometrica") , which is now lost. The attribution of (*a*) to Menaechmus is of some interest. Construction (*a*) is presented in the Greek text and in the Arabic translation of Eutocius' commentary as " another way " (Arabic: ʿalā wajh ākhar in ms. Escurial 960/2), without reference to any author. The authorship of (*a*) has been repeatedly discussed in the recent literature (cf. *Toomer*, *Knorr* 1 , 2 , 3). Before these publications, modern historians assumed that (*a*) was by Menaechmus because (*a*) follows (*b*) , which is attributed explicitly to Menaechmus. It is interesting to note that Al-Shannī drew the same (natural but not logically necessary) conclusion.
13. Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī (A. D. 1201 – 1274) also knew (*b*) and (*d*) . In his edition of Archimedes *On the Sphere and Cylinder*, al - Ṭūsī mentions the commentary of Eutocius several times, so he must have known (*b*) (cf. *Ṭūsī* vol. 2, no. 5, p. 1 line 17, p. 89 line 14). Al-Ṭūsī presents (*d*) in the same text (*Ṭūsī* vol. 2, no. 5, p. 80 – 81, *Knorr* 3, p. 264). It seems therefore that he found (*d*) simpler than the constructions (*a*) or (*b*) of Eutocius' commentary.

$y^2 = qx$, so D is on the parabola (P_1) with axis BG, vertex G and parameter q (cf. *Conics* I : 11) ;

$x^2 = py$, so D is on the parabola (P_2) with axis KG, vertex G and parameter p (cf. *Conics* I : 11) ;

$xy = pq$, so D is on the hyperbola (H) with asymptotes KG and GB and passing through A (cf. *Conics* II : 12) .

We can easily show that D is also on the circumscribed circle C of rectangle $ABGK$, if we know that D is on P_1 and P_2. Adding the equations of the parabolas we obtain $y^2 + x^2 = qx + py$. This expression can be rewritten as $(x - q/2)^2 + (y - p/2)^2 = (p^2 + q^2)/4$, which is the equation of C.

Now the constructions (*a*) (*b*) (*c*) and (*d*) can be sketched easily: (a) uses P_1, P_2 ; (*b*) uses P_1, H ; (*c*) uses P_1, C and (*d*) uses H, C .

The preceding analysis[8] uses the modern algebraic notation which was introduced by René Descartes in his *Géométrie* (1637) . My mathematical analysis gives a misleading impression of the history of (*d*) , for it seems that (*d*) was discovered independently of (*a*) . This can be inferred from the proofs of (*d*) in the extant sources (including the *Istikmāl*) . These proofs are based on the following identities , which do not occur in the preceding analysis :

1. $ZA = DM$ because D and A are points on the hyperbola with asymptotes KG and GB (*Conics* II : 8) .

2. $MK \cdot MG = MD \cdot MA$, because K, G, D and A are points on the circle (*Elements* III : 36).

3. $ZB \cdot ZG = ZA \cdot ZD$ because B, G, A and D are points on the circle (*Elements* III : 36).

Nevertheless, my analysis suggests that once (*b*) and (*d*) are known, (*c*) can easily be discovered by someone who realizes that the hyperbolas in (*b*) and (*d*) are the same. It is likely that this is what actually happened. The identities $ZE = BG$ and $ZB = EG$, which occur in the proof of (*c*) in the *Istikmāl* , are closely related to $ZA = DM$, which is used in the proof of (*d*). Hence the author of (*c*) probably knew that D is also on the hyperbola in (*d*).

It is true that the discovery of (*c*) from (*b*) and (*d*) presupposes that sources containing (*b*) and (*d*) are available to the same person . However, it

8. In principle one can rephrase the whole argument in the language of squares and rectangles, used in ancient and medieval mathematics. In this way the equation of C is not easily discovered from the equations of P_1 and P_2 .

We have already shown $ZE : ED = ED : EG$. By similar triangles $ZB : BA = ZE : ED$. Thus $ED : EG = ZB : BA = EG : BA$, q. e. d.

Figure 2

From a modern mathematical point of view construction (c) is closely related to the three other constructions (a) , (b) and (d). This is illustrated by the following analysis, referring to Figure 2, in which the same notation has been used as in Figure 1 . The analysis dœs not take account of the notation used in (a), (b) and (d) in the *Istikmāl*. We suppose that $p = AB = KG$ and $q = AK = BG$ are the two given segments , and that $ABGK$ is a rectangle. Suppose that the two mean proportionals are $Y = DE$ and $X = EG$, and let DE be perpendicular to BG . For later use we extend AD in both directions to meet GB extended at Z and GK extended at M.

We have assumed

$$p : x = x : y = y : q \quad (1)$$

Hence

the angle at B is a right angle, AG is a diameter of the circle). Draw a parabola with axis GB, vertex G and parameter GB . Let the parabola intersect the circle at D. Draw the ordinate DE (that is to say , the perpendicular to the axis). Then ED and EG are the required mean proportionals , that is to say $BG : ED = ED : EG = EG : AB$.

Proof :

Figure 1

Extend DA and GB to meet at Z, join DG .

(Al-Mu'taman dœs not prove that DA and GB meet and that the point of intersection Z is beyond A and B. This can be proved as follows : Complete the rectangle $ABGK$ and let BA meet the parabola at L. Then K is on the circle, GK is tangent to the parabola, and by Apollonius , *Conics* 1 : 11 we have $LB^2 = BG \cdot BG$, so $LB = GB > AB$. Hence L is outside the circle. Therefore the point of intersection D is between K and A, so $DE > AB$. Thus DA and GB meet beyond A and B.)

Since point D is on the circle and AG is a diameter, angle ZDG is a right angle (Euclid, *Elements*, III : 31) , so $ZE : ED = ED : EG$ by similar triangles (*Elements* VI : 8) . Since D is on the parabola , $ED^2 = BG \cdot EG$ (*Conics* 1 : 11), so $BG : ED = ED : EG$, which is the first equality to be proved. Thus $ZE : ED = BG : ED$, so $ZE = BG$. BY subtraction of BE we obtain $ZB = EG$.

this proposition are given below. In the following introductory analysis the constructions will be labelled (*a*) , (*b*) , (*c*) and (*d*), being the order in which they occur in the *Istikmāl*.

A comparison between the *Istikmāl* and other Greek and Arabic mathematical works shows that al-Muʾtaman took many theorems and constructions in the *Istikmāl* from other sources[4]. These sources may have been mentioned in a preface, which is now lost. but the extant parts of the *Istikmāl* contain only straight mathematics in the style of Euclid's *Elements*, and thus the text gives no explicit information on the origin of (*a*), (*b*), (*c*) and (*d*). However, constructions (*a*) (by means of two parabolas) and (*b*) (by means of a parabola and a hyperbola) are the same as two constructions in the commentary by Eutocius (ca. 500 A. D.) on proposition 1 of Book II of *On the Sphere and Cylinder* of Archimedes[5] . In construction (*a*), Al-Muʾtaman draws the parameters of the two parabolas in a very peculiar way , as segments of the axes (AB and AG in Figure 3) outside the parabola, in the same way as Eutocius did in his Commentary on Book II of Archimedes' *On the Sphere and Cylinder*. In the classical Apollonian theory, the parameter of a parabola is always represented as a segment perpendicular to the axis[6]. Therefore it is clear that Al -Muʾtaman took (*a*) from the Arabic translation of Eutocius' commentary. In the text of Eutocius (*a*) follows (*b*), and thus it is plausible that Al-Muʾtaman also took (*b*) from Eutocius. Al-Muʾtaman did not copy (*a*) and (*b*) literally, but he made a number of editorial changes. He handled most other material in the *Istikmāl* in a similar way.

Construction (*d*) (by means of a circle and a hyperbola) appears in many slightly different forms in the Arabic tradition. This construction is probably of Greek origin , and its author may have been Apollonius[7] . Because construction (d) is found in several extant Arabic sources antedating Al-Muʾtaman, it is likely that (*d*) was not his own discovery. I have not been able to identify the source from which he took (*d*).

I now present a paraphrase of (*c*) , referring to Figure 1. I render the arguments in the same order as al-Muʾtaman, so that the paraphrase can function as a commentary on the text below .

One is asked to find two mean proportionals between two given segments AB and BG . Suppose that the angle at B is a right angle and that $BG > AB$. Join AG and circumscribe a circle around triangle ABG (because

4. See *Hogendijk* 4.
5. For the Greek text of (*a*) and (*b*) see *Heiberg*, *Archimedes*, vol. 3, pp. 78 – 84; an English translation of (*b*) is in *Bulmer-Thomas* vol. 1 , pp. 278 – 283.
6. See *Heath*, *Apollonius*, pp. 8 – 9.
7. See *Knorr* 3, pp. 252 – 265, 305 and *Thaer*.

Four constructions of two mean proportionals between two given lines in the Book of Perfection *Istikmal* of Al-Mu'taman Ibn Hūd

Jan P. Hogendijk*

1. *Introduction*

The construction of two mean proportionals between two given lines is one of the classical problems of Greek geometry. Two straight line segments p and q are given. The problem is to construct two other straight segments ("mean proportionals") x and y in such a way that $p : x = x : y = y : q$. In modern algebraical notation the problem is equivalent to the cubic equation $x^3 = p^2q$, and therefore two mean proportionals cannot in general be constructed by ruler and compass. The Greek geometers found solutions by means of more complicated instruments or using conic sections or other curves.[1]

Several constructions of two mean proportionals were transmitted from Greek into Arabic. The geometers of medieval Islam continued to write on the subject, but in most cases they rendered the solutions that had been found by their Greek predecessors. This paper is about a construction of two mean proportionals which is not found in the Greek literature, and which is probably of Arabic origin. It is a construction by means of a circle and a parabola found in the Book *Istikmāl* (Perfection) of the Andalusian geometer Yūsuf al-Mu'taman ibn Hūd[2], who was the ruler of Saragossa from 1081 – 1085 A. D. I will argue below that al-Mu'taman was the author of the construction.

In proposition 1 of the "first section of the first species of the fifth species[3]" of the *Istikmāl* al-Mu'taman presents four constructions of two mean proportionals between two given lines. The text and translation of

* Department of Mathematics, Budapestlaan 6, 3508 TA Utrecht - The Netherlands.

1. A survey of the Greek constructions of two mean proportionals can be found in *Heath*, *HGM*, vol. 1, pp. 244 – 270.
2. On Al-Mu'taman see *Djebbar*.
3. More information on the division of the *Istikmāl* into species and sections can be found in *Hogendijk* 2, 4.

J. H. A. S. 92 – 93 – 1994 : Vol. 10 : pp. 13 – 29.

Sources & Studies in the History of Arabic-Islamic Science
History of Technology Series : 4

ARABIC
WATER CLOCKS

by

Donald R. Hill

University of Aleppo
Institute for the History of Arabic Science
Aleppo, Syria
1981

Publications Dealing with Technology At the «I.H.A.S.»

Al - Hassan, Ahmad Y. — A compendium of the Theory and Practice of the Mechanical Arts, by Abu al-ʿIzz al -Razzaz al-Jazarī. US $ 48.00 .

Al - Hassan, Ahmad Y. — Al - Ḥiyal, by Banū Mūsā (Mechanical Ingenious Devices). US $ 36.00 .

Al - Hassan, Ahmad Y. — Taqī al - Dīn and Arabic Mechanical Engineering (Second Edition) . US $ 24.00

Hill, Donald — Arabic Water Clocks (In English) US $ 12.00

Al - Hindī, Iḥsān — Al - Anīq fi'l – Manājinīq, by Ibn Arunbagha al - Zaradkāsh. US $ 12.00

Watson, Andrew-Translated by Al- Ashqar, A. — Agricultural Innovation in the Early Islamic World. US $ 18.00

4. Quotations were given above from reliable literature of the seventeenth century, that the noted Arabist Golius, translated the Jâbir works in question from an Arabic manuscript, and published the Latin translation in Leiden.

One main reason, in our opinion, for Berthelot's hypothesis was that *The Sum of Perfection* and the four other treatises were so important and influential that he felt that this distinction should not be left untainted. The treatises contain also some important recipes for mineral acids, such as nitric. It was appealing also, to give this honour to a Latin Psaudo-Geber.

In this short account we cannot discuss the matter in further detail. Holmyard who was always opposed to Berthelot's hypothesis, when discussing the treatises, concludes by saying : " we may safely say that they are not unworthy of Jābir and that he is worthy of them; and that we know of no other chemist , Muslim or Christian, who could for one moment be imagined to have written them "[24] .

24 – *Holmyard*, p. 65

"Golius was not, however, the first translator of Geber. A translation of the longest and most important of his tracts into Latin appeared in Strassburg, in 1529. There was another translation published in Italy, from a manuscript in the Vatican. There probably might be also other translations. I have compared four different copies of Geber's works, and found some differences, though not very material. I have followed Russell's English translation most commonly, as upon the whole the most accurate that I have seen"[22].

Holmyard discussed Berthelot's arguments and refuted them[23]. One main argument was that the Arabic originals are not available. But Holmyard pointed out that until recently the *Book of Seventy* was available only in its Latin version and the Arabic text was discovered only recently. Also the history of the Latin editions which was cited above refers to specific locations of the Arabic manuscripts. A search for these and other manuscripts may be fruitful.. The search should be done by workers well versed in Arabic, to study all the works of Jābir in Arabic and compare them with the disputed Latin versions and with their translations into other European languages.

Let us summarize briefly the points that were raised in the above discussion :

1. Alchemy in the last part of the thirteenth century, was still an unknown subject in the Latin World according to Bacon who wrote in 1266. It follows that such mature works like the *Summa* and the other Latin works of Jābir could not suddenly be written by a Latin writer in this same period.

2. Jābir was not quoted by any of the thirteenth century writers on alchemy, namely : Scot, Vincent, Albertus or Roger Bacon, and he did not enjoy a high prestige in the Latin West in that century. His fame arose suddenly only after the translation of his works at the end of the century. It follows that there was no reason why a Latin writer should ascribe his writings to an unknown Arabic alchemist.

3. Even if we assume that the pseudo-Latin writer made only compilations from the already translated Arabic alchemical works, the disputed Latin works of Jābir contain a much vaster information than was available in the Latin translations until then. And, again, the prevailing ignorance of alchemy as described by Bacon, could not enable any Latin writer to have access to such detailed and wide knowledge as given in the Summa corpus.

22 - *Thomson*, vol. I, pp. 116 - 17, and notes to these two pages; Holmyard, E. J., *The Works of Geber, Englished by Richard Russell*, 1678, London, 1928.

23 - *Holmyard wrote several papers on this subject. His views are summarized in his book Makers of Chemistry*, pp. 60 - 63 .

were of great influence on the whole of Europe. The last major work which he has written in 1724, was *Elementa Chemiae* in two volumes. The *Elementa* deals with the history, science, and practical experiments of chemistry. Soon it became the most popular treatise on the chemistry of the period. The Latin text passed through ten editions between 1732 and 1759 which were published in several cities in Europe, and it was translated into German, French, and English in several editions. Thomson says that it "was undoubtedly the most learned and most luminous treatise on chemistry that the world had yet seen"[18].

In discussing Jābir, Bœrhaave says that "His works were translated into Latin by several hands, and published by Golius"[19]. More details are given in the footnotes:

> "Golius, professor of the oriental languages in the University of Leiden, made the first present of Geber's pieces, in manuscript, to the public library; and translated it into Latin, and published it in the same city, in folio; and thence afterwards in quarto, under the title of Lapis Philosophorum. It contains abundance of curious and useful things about the nature of metals, their purification, fusion, malleability, etc. with excellent accounts of salts, and aqua fortes. Several of his experiments are verified by present practice, and have passed for modern discoveries; the exactness of his operations is really surprising, except perhaps in what relates to the philosopher's stone"[20].

Jacobus Golius (1596 – 1667) was a celebrated seventeenth century Arabist in the Netherlands. He was also a scientist and engineer. He travelled twice to the Arab countries, one time to al-Maghrib and another to the Near East where he stayed four years. In both visits he collected rare Arabic manuscripts. Some of these were given to Leiden University and some remained for his own collection. His private collection was sold at an auction at a later date after his death. He also compiled an important Latin-Arabic dictionary. Therefore, as an Arabist, scientist and a collector of rare Arabic manuscripts, Golius was best qualified to translate Jābir's works[21].

Thomas Thomson (1773 – 1852) who was professor of chemistry at Edinburgh, wrote *The History of Chemistry* in 1830, nearly 60 years before Berthelot. Despite his strong negative feelings towards Islamic scientific achievements, which were expressed freely in his book, he gave a full account about Golius' translation. He further mentions in his book that:

18 – *Stillman*, pp. 431 – 33.

19 – *Boerhaave*, Herman, *A New Method of Chemistry; including the History, Theory, and Practice of the Art; Translated from the original Latin of Dr. Boerhaave's Elementa Chemiae, as published by himself, etc.* by Peter Shaw, M. D., second edition, London, 1761. vol. 1, pp. 26 – 27.

20 – *Boerhaave*, p. 26, note k. 3.

21 – *ISIS Cumulative Bibliography*, vol. I, ed. Magda Whitrow, London, 1971, p. 502; Al-ʿAqīqī, Najīb, *Al-Mustashriqūn*, vol. II., Cairo, 1965, pp. 654 – 55.

treatises[10]. A translation based on a MS in the Vatican was published in Italy[11] probably between 1510 and 1520[12]. A translation of most of these tracts into Latin appeared in Strassburg in 1529[13], also 1531. Other editions appeared in Nuremberg 1541; Venice 1542; Bern 1545; Leiden 1668; Danzig 1682 ; etc[14]. It seems that there were more than one translation and several different printed editions[15].

Towards the end of the nineteenth century Berthelot came out with a hypothesis that the Latin works of Jābir were written by a European alchemist who used the name of Jābir to give importance to his work[16]. Berthelot was the most celebrated historian of chemistry in France and Europe, and he enjoyed great prestige and authority. As soon as he published his assumptions, they were adopted by most Western historians of chemistry, with the notable exception of Holmyard. After that, workers concentrated their efforts towards finding any evidence which can support Berthelot's claims. But despite the huge amount of published literature that appeared during a whole century, in support of Berthelot, these claims could not be established. The fact is that most of Jābir's extant works in Arabic were not studied until now by scholars who are quite familiar with the language, and that manuscripts that were thought to be lost, continue to appear. It is dangerous in the world of scholarship to build history on mere assumptions[17].

The following story is given below because of its extreme importance to our present discussion : According to this information, there is one Latin edition translated from Arabic by a well - known Arabist in Leiden :

Herman Bœrhaave (1668 – 1738), who gave the information, was a most distinguished scientist. He is considered the first great clinical teacher, and the founder of the modern system of medical instruction. Thomas Thomson considered him " perhaps the most celebrated physician that ever existed, if we except Hippocrates." He spent most of his life in Leiden where he held the chairs of medicine and chemistry. He became also the rector of the university. He raised the fame of the University of Leiden, and students came to it from all parts of Europe. His writings in medicine and chemistry

10 – *Multhauf*, p. 171, note 81.
11 – *Thomson*, Thomas, *The History of Chemistry*, vol. 1, London, 1830, note to p. 116.
12 – *Sarton*, vol. II, p. 1044.
13 – *Thomson*, vol. II, note to p. 116.
14 – *Sarton*, vol. II, p. 1044.
15 – *Thomson*, vol. II, note to pp. 116 - 117.
16 – *Berthelot*, Marcellin, *La chimie au moyen age*, vol. I, Paris, 1893, pp. 336 – 50; *Stillman*, pp. 277 – 278; Newman, pp. 60 – 62.
17 – The recent book of Newman went a further step by assigning a specific Latin author for Jabir's Latin works.

In the Latin West, during this period, the value of Jābir's *Kitāb al-Sab'in* was not fully appreciated compared with the other translated alchemical books, and it did not exert the same influence as the works of al-Rāzī and ibn Sīnā. It was not quoted nor mentioned by any of the eminent writers whom we have just mentioned. In other words, Jābir was not yet well known in the Latin world, and he did not have yet the prestige which can induce a talented Latin alchemical pseudo-writer to attribute to him a whole corpus of exceptional treatises that were supposedly written by that Latin writer , as Berthelot and his school wanted the world of science to believe. The other fact which emerges from Roger Bacon's passages, quoted above, is that no Latin writer was able by the end of the thirteenth century to write such a vast and mature corpus of alchemical knowledge.

The translation movement of Arabic alchemical works into Latin which started in the middle of the twelfth century was resumed in the latter part of the thirteenth. One alchemical work, the *Liber Claritatis*, ascribed to Jābir, appeared in Latin in the last third of the thirteenth century[8]. Also around the year 1300, another of Jābir's books the *Summa Perfectionis magesterii* (Sum of Perfection) was translated into Latin[9]. This book is usually accompanied by four other treatises which were also translations from Arabic: *De investigatione perfectionis* (The Investigation of Perfection), *De inventione veritatis* (The Invention of Verity) , *Liber fornacum* (The Book of Furnaces), and the *Testamentum* (Testament). These treatises were frequently printed together in one volume between the fifteenth and the seventeenth centuries.

The *Summa* was so successful that it became, according to Sarton, the main chemical textbook of medieval Europe. It was a manual on the general chemical literature, so clear and concise as to make an epoch in chemical literature, and it remained without rival for several centuries. *The Summa* and the treatises associated with it, were of the same calibre as al-Rāzī's treatises. They were particularly notable for their clarity and freedom from mysticism and allegory. Naturally they appealed to practical chemists and they exerted a great influence on Western chemists until the rise of modern chemistry. The name of Jābir in its Latin form " Geber " became suddenly a most celebrated one. Indeed Jābir was called by Western historians " the father and founder of chemistry ".

There were several translations for the *Sum of Perfection*. The date 1300 A.D. was based on citations in other works. The first printed book appeared in 1481, probably in Rome and it contained two of the five Latin

8 – *Sarton*, George, *Introduction to the History of Science*, vol. II, part II, p. 1045.

9 – *Stillman*, p. 277.

de Beauvais, which was written around 1256 – 59. In the alchemical part, Vincent's only dominant authorities were al-Rāzī, ibn Sīnā and Aristotle; and Jābir was not among them[4].

The great scientists of the century in Europe were Albertus Magnus and Roger Bacon. The only authority for Albertus in alchemy was ibn Sīnā, and like ibn Sīnā, he argued against the transmutation of metals. In his argument, he attacked Khālid ibn Yazīd[5], and this is a clear indication that Albertus was not acquainted with the works of Jābir.

Roger Bacon believed in the great importance of alchemy and in transmutation. He did not mention Jābir in his works although he became acquainted to alchemy from the Latin translations of Arabic works[6]. Roger wrote his *Opus tertium* around the year 1266. The following excerpt from this book describe the state of knowledge of alchemy among the learned circles in the Latin World in the second half of the thirteenth century :

> But there is another science which is about the generation of things from the elements, and from all inanimate things, for example the elements, simple and compounded humors, common stones, gems, and types of marble, gold and other metals, sulfurs, salts, and inks, azures, minium, and other colours, oils and burning pitches, *and countless other things of which we have nothing in the books of Aristotle*; *nor do natural philosophers know of these things, nor the whole Latin crowd of Latin writers*. And since *this science is not known to the generality of students*, it necessarily follows that they are ignorant of all natural things that follow therefrom, for example the generation of animated things, such as vegetables, animals, and men, for prior things having been ignored , it is necessary that posterior things be ignored .... Whence, *on account of their ignorance of this science*, common natural philosophy cannot be known, nor theoretical medicine, nor, consequently, practical medicine, not only because natural philosophy and theoretical medicine are necessary for its practice, but because all simple medicines from inanimate things are received from this science which I have touched upon , as is made clear in the second book on medicine by Avicenna who enumerates the medicinal simples, and as is evidenced by other authors. Of these medicines neither the names nor their meanings can be understood except through this science. And *this science is called " theoretical alchemy "*, which theorizes about all inanimate things and about the generation of things from the elements. There is in addition an operative and practical alchemy, which teaches how to make noble metals, colours, and many other things-better and more plentifully by art than they are produced by nature. And a science of this sort is greater than all the preceding, because it produces greater utility. Not only can it provide the expenditures and countless other needs of the republic, but it teaches to discover such things as can greatly prolong human life, which cannot be arrived at by nature[7].

4 – *Multhauf*, p. 168; Newman, William R. , *The Summa Perfectionis of Pseudo-Geber*, Leiden, 1991, pp. 15 – 16.

5 – *Newman*, p. 17 .

6 – *Multhauf*, p. 175. " The two eminent Latins did not know Geber", see also p. 171.

7 – *Stillman*, John Maxon, *The Story of Alchemy and Early Chemistry*, Dover, New York, 1960, pp. 262 – 65.

The Arabic Origin of Jābir's Latin works

Ahmad Y. al-Hassan*

The works attributed to Jābir ibn Hayyān are very large in number. A considerable part of them were, no doubt, written by him; but it seems that some Arabic treatises were written at later dates and attributed to him. These works in their totality are called the Jābirian Corpus and they constitute a major collection of treatises in Islamic science. Jābir's works cover nearly every field of learning especially alchemy. Not all of Jābir's works came down to us. Among those that are still extant in Arabic are *Kitāb al-Sab'īn* (The Book of the Seventy) and *Kitāb al-Mizān* (The Book of the Balance). And as happened with many other Arabic works that were translated, some of Jābir's important works exist only in Latin and their Arabic originals are not located or not recognized until now.

Before the translation of Arabic works into Latin , alchemy was unknown in the Latin West. Robert of Chester finished in the year 1144 the first translation from Arabic of a book on alchemy , *The Book of the Composition of Alchemy*, attributed to Khālid ibn Yazīd. In the preface Robert says : " Since what Alchymia is, and what its composition is, your Latin World dœs not yet know, I will explain in the present book. "[1]

Between the first translation of Robert of Chester in 1144, and 1300 the major Arabic alchemical works that were translated into Latin were the *Tabula Samaragdina*, the *Turba Philosophorum*, *The Secret of Creation* of Balinus, *De Perfecto Magisterio* attributed to Aristotle, *De Anima* of Ibn Sīnā, *De Aluminibus et Salibus* (On Alums and Salts), and the *Secret of Secrets*, , both of Al-Rāzī, and one or more of the *maqālāt* of *Kitāb al-Sab'īn* (the Book of Seventy) of Jābir[2].

It was not until the thirteenth century that we see the first interest in alchemy by a Latin scholar. An alchemical treatise which is believed to be of Arabic origin, carried the name of Michael Scot, who died in 1232. Several greatly distorted Arabic names , apparently from al-Andalus, are given, but Jābir's name is not among them[3] . Another work was that of Vincent

* University of Aleppo, I. H. A. S.

1 – *Holmyard*, Eric John, *Makers of Chemistry*, Oxford, 1931, p. 86.

2 – *Multhauf*, Robert P. , *The Origins of Chemistry*, London, 1966, p. 167.

3 – *Multhauf*, pp. 168 – 170.

J. H. A. S. 92 – 93 – 1994 : Vol. 10 : PP. 5 – 11 .

Editorial

We are glad to put in front of you the tenth volume of the Journal for the History of Arabic Science (92 – 93 – 1994) including the outcome of the persistent works of researchers to find out the scientific heritage of Arabic and Islamic civilization.

This volume includes rich and various articles dealing with diverse topics in astronomy, mathematics, medicine and the history and philosophy of science, in addition to edited texts.

We regret this delay in issuing this Journal annually and regularly because the Institute Administration is keen to publish the articles that agree with the high scientific level of the Journal.

Dr. Moustafa Mawaldi
Assitant Editor

Prof. Dr. Khaled Maghout
Director, I. H. A. S.